

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06T 5/00

H04N 1/403 H04N 1/405

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01135352.X

[43]公开日 2002年5月8日

[11]公开号 CN 1348153A

[22] 申请日 2001.9.30 [21] 申请号 01135352.X

[30] 优先权

[32]2000. 10. 6 [33]JP [31]307896/00

[32]2001.8.6 [33]JP [31]238086/01

[71] 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 角谷繁明

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

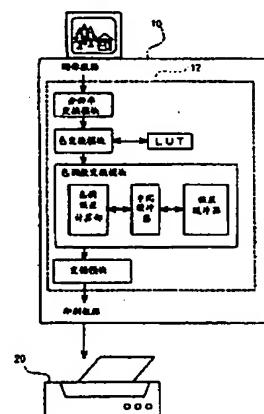
代理人 刘宗杰 叶恺东

权利要求书 8 页 说明书 44 页 附图页数 20 页

[54]发明名称 图像处理装置、图像处理方法、印刷控制装置及记录媒体

[57] 摘要

课题是不会导致图像质量的劣化,迅速地将图像数据转换成根据点的形成有无表现的印刷数据。每次判断点的形成的有无时,将该判断像素中发生的色调误差暂时保存在中间缓冲器中。根据规定数的多个像素的色调误差,算出扩散到该多个像素周边的未判断像素中的扩散误差,扩散到误差缓冲器中。向误差缓冲器的扩散,也可以在发生色调误差时使误差扩散到中间缓冲器中后写入误差缓冲器中,或者也可以将规定像素数的色调误差保存在中间缓冲器中,将根据这些多个色调误差算出的色调误差写入误差缓冲器中。如果这样做,与发生色调误差时扩散到误差缓冲器中的情况相比,只集中地扩散规定像素数的色调误差,能迅速地扩散色调误差。能利用这样的方法实现与平均误差最小法同样的处理。



权 利 要 求 书

1. 一种图像处理装置，该图像处理装置通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该5 图像处理装置的特征在于备有：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差后暂时保存起来的色调误差保存装置；

10 根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出位于该规定数的多个像素的周边扩散到未判断点的形成有无的未判断像素中的扩散误差，将该算出的扩散误差对应地存储在该未判断像素中的扩散误差存储装置；以及

15 考虑对应于上述未判断像素存储的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成有无的点形成判断装置。

2. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：上述色调误差保存装置是比对上述扩散误差存储装置进行读写能更迅速地读写上述色调误差的装置。

3. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

20 上述扩散误差存储装置备有

对该色调误差算出上述暂时保存的色调误差被分配给各个上述未判断像素的分配误差，并积蓄在该各个未判断像素中的分配误差积蓄装置；以及

25 每次积蓄全部上述规定数的多个像素的上述分配误差时，将积蓄的全部该分配误差作为上述扩散误差对应于上述未判断像素积蓄起来的扩散误差积蓄装置。

4. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

上述色调误差保存装置是保存上述规定数的多个像素的上述色调误差的装置，

30 上述扩散误差存储装置根据所保存的规定数的色调误差，算出扩散到各个上述未判断像素中的上述扩散误差，对于该各个未判断像素积蓄该算出的全部扩散误差的装置。

5. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

上述色调误差存储装置备有

对每个该色调误差算出上述暂时保存的色调误差被分配给各个上述未判断像素的分配误差，并积蓄在该各未判断像素中的分配误差5
积蓄装置；以及

对应于该未判断像素，将上述规定数的多个像素部分的积蓄了分配误差的上述各未判断像素的分配误差作为上述扩散误差存储起来的分配误差存储装置。

6. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

10 上述色调误差保存装置是保存上述规定数的多个像素的上述色调误差的装置，

上述扩散误差存储装置根据该保存的色调误差，算出上述多个该未判断像素中上述保存的全部色调误差被扩散到特定像素中的扩散误差，对应于该特定像素存储的装置。

15 7. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

上述扩散误差存储装置

对上述规定数的多个像素周边的第一规定区域内的各个第一未判断像素，根据该规定数的多个像素的上述色调误差，算出上述扩散误差，对应于该第一未判断像素存储的第一扩散误差存储装置；以及

20 对位于上述规定数的多个像素的周边上述第一规定区域内没有的第二未判断像素，每次算出上述色调误差时，根据该色调误差算出被扩散到各个该第二未判断像素中的上述扩散误差，对应地存储在该第二未判断像素中的第二扩散误差存储装置。

8. 根据权利要求 7 所述的图像处理装置，其特征在于：

25 上述第二扩散误差存储装置是对不包括上述第一规定区域的上述第二规定区域内的未判断像素算出上述扩散误差存储的装置。

9. 根据权利要求 8 所述的图像处理装置，其特征在于：

备有根据判断上述点的形成有无的条件，将使上述色调误差扩散到上述未判断像素中的范围切换成上述规定数的多个像素周边的上述第一规定区域、以及上述第二规定区域的扩散范围切换装置。

30 10. 根据权利要求 9 所述的图像处理装置，其特征在于：

上述扩散范围切换装置是根据上述规定数的多个像素的色调

值、以及该各像素的点的形成有无的判断结果，作为判断上述点的形成有无的条件，切换使上述色调误差扩散的范围的装置。

11. 根据权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于：

5 上述扩散误差存储装置是根据互相相邻的像素的色调误差，算出上述扩散误差，作为上述规定数的多个像素的色调误差，对应于上述未判断像素存储的装置。

12. 根据权利要求 11 所述的图像处理装置，其特征在于：

10 上述点形成判断装置是考虑对应于上述未判断像素存储的上述扩散误差、以及来自与该未判断像素相邻的像素的上述扩散误差，判断该未判断像素的点的形成有无的装置。

13. 一种图像处理装置，该图像处理装置通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该图像处理装置的特征在于备有：

15 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的色调误差存储装置；

20 将在欲判断上述点的形成有无的入目像素的周边已经判断了该点的形成有无的每个已判断像素中对应地存储的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的色调误差保存装置；

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的点形成判断装置；以及

25 在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素，从上述色调误差存储装置读出该检测的已判断像素中暂时未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差，供该下一个入目像素的判断的色调误差更新装置。

14. 根据权利要求 13 所述的图像处理装置，其特征在于：

30 备有暂时保存上述入目像素中产生的色调误差的暂时保存装置，

上述色调误差更新装置是在上述暂时保存的色调误差中更新上

述下一个入目像素的判断中不使用的上述色调误差的装置。

15. 一种图像处理方法，该方法是通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据的图像处理方法，该图像处理方法的特征在于：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，暂时地保存起来，

根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出扩散到位于该规定数的多个像素的周边未进行点的形成有无的判断的未判断像素中的扩散误差，

将上述算出的扩散误差对应地存储在上述未判断像素中，

考虑对应地存储在上述未判断像素中上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成有无。

15 16. 一种图像处理方法，该方法是通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据的图像处理方法，该图像处理方法的特征在于：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中，

将在欲判断上述点的形成有无的入目像素的周边已经判断了该点的形成有无的每个已判断像素中对应地存储的上述色调误差保存在该每个已判断像素中，

25 考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无，

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素，

30 读出上述检测的已判断像素中未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差后，供该下一个入目像素的判断。

17. 一种印刷控制装置，它是通过接收表示各像素的色调值的图

像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的印刷数据，对在印刷媒体上形成墨点来印刷图像的印刷部输出该印刷数据，控制该印刷部，该印刷控制装置的特征在于备有：

5 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差后暂时保存起来的色调误差保存装置；

10 根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出位于该规定数的多个像素的周边扩散到未判断点的形成有无的未判断像素中的扩散误差，将该算出的扩散误差对应地存储在该未判断像素中的扩散误差存储装置；

15 考虑对应于上述未判断像素存储的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成有无的点形成判断装置；以及

20 根据上述点的形成有无的判断结果，将上述图像数据转换成上述印刷数据，输出给上述印刷部的印刷数据输出装置。

18. 一种印刷控制装置，它是通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的印刷数据，对在印刷媒体上形成墨点来印刷图像的印刷部输出该印刷数据，控制该印刷部，该印刷控制装置的特征在于备有：

25 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的色调误差存储装置；

将在欲判断上述点的形成有无的入目像素的周边已经判断了该点的形成有无的每个已判断像素中对应地存储的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的色调误差保存装置；

30 考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的点形成判断装置；

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素，从上述色调误差存储装置读出该检测的已判断像素中暂时未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的

色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差，供该下一个入目像素的判断的色调误差更新装置；以及

根据上述点的形成有无的判断结果，将上述图像数据转换成上述印刷数据，输出给上述印刷部的印刷数据输出装置。

5 19. 一种记录了能用计算机读取程序的记录媒体，上述程序用来实现下述方法，即通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该记录媒体的特征在于记录了能实现下述功能的程序，这些功能包括：

10 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，暂时保存起来的功能；

根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出扩散到位于规定数的多个像素的周边未进行点的形成的有无的判断的未判断像素中的扩散误差的功能；

15 将上述算出的扩散误差对应地存储在上述未判断像素中的功能；以及

考虑对应地存储在上述未判断像素中的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成的有无的功能。

20 20. 一种记录了能用计算机读取程序的记录媒体，上述程序用来实现下述方法，即通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该记录媒体的特征在于记录能实现下述功能的程序，这些功能包括：

25 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的功能；

30 将对应地存储在位于欲判断上述点的形成的有无的入目像素周边已判断了该点的形成的有无的每个已判断像素中的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的功能；

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的功能；

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素的功能；以及

读出上述检测的已判断像素中未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差后，供该下一个入目像素的判断的功能。

21. 一种用计算机实现下述方法用的程序，该方法是通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该程序的特征在于实现下述功能，这些功能包括：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，暂时保存起来的功能；

根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出扩散到位于规定数的多个像素的周边未进行点的形成的有无的判断的未判断像素中的扩散误差的功能；

将上述算出的扩散误差对应地存储在上述未判断像素中的功能；以及

考虑对应地存储在上述未判断像素中的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成的有无的功能。

22. 一种用计算机实现下述方法用的程序，该方法是通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该程序的特征在于实现下述功能，这些功能包括：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的功能；

将对应地存储在位于欲判断上述点的形成的有无的入目像素周边已判断了该点的形成的有无的每个已判断像素中的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的功能；

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的功能；

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素

01-09-30

的上述已判断像素的功能；以及

读出上述检测的已判断像素中未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差后，供该下一个入目像素的判断的功能。

说 明 书

图像处理装置、图像处理方法、印刷控制装置及记录媒体

技术领域

5 本发明涉及对利用构成图像的多个像素的色调值表现的图像数据进行变换的技术，详细地说，涉及将该图像数据转换成由有无形成各像素的点决定的表现形式的图像数据的技术。

背景技术

10 通过在称为印刷媒体或液晶画面的显示媒体上形成点来表现图像的图像显示装置被广泛地用作各种图像机器的输出装置。这样的图像显示装置虽然只能局部地表现是否形成了点的某一状态，但通过根据图像的色调值，适当地控制点的形成密度，能表现色调连续变化的图像。

15 在这些图像显示装置中，为了用适当的密度形成点，作为根据图像的色调值判断各像素有无形成点用的具有代表性的方法，有称为误差扩散法的方法、或者与其数学等效的称为平均误差最小法的方法等。

20 误差扩散法是这样一种方法，即，将入目像素中形成了点或未形成点而产生的色调表现的误差扩散并存储在入目像素周边的未判断像素中，在判断未判断像素的点的形成有无时，判断点的形成有无，以便消除从周边像素扩散的误差。另外，平均误差最小法是这样一种方法，即，不使由于判断点的形成有无所产生的色调表现的误差扩散到周边像素中，而存储在入目像素中，当判定以判断未判断像素的点的形成有无时，读出存储在周边像素中的误差，判断入目像素的点的形成有无，以便消除这些误差。在这两种方法中，都是判断点的形成有无，以便消除周边像素中产生的色调表现的误差，所以能用对应于图像的色调值的适当的密度形成点。因此，如果应用这些方法判断点的形成有无，则能用图像显示装置显示高质量的图像。

25 可是，在误差扩散法中，由于一边使入目像素中发生的色调表现的误差扩散到周边的未判断像素中，一边判断点的形成有无，所以存在判断点的形成有无时要花费将误差扩散并存储在这些像素中的时间的问题。另外，平均误差最小法也一样，由于一边从周边像素读出

色调表现的误差，一边判断点的形成有无，所以存在判断点的形成有无时要花费从周边像素读出误差的时间的问题。不管在哪一种情况下，如果判断点的形成有无时花费时间，就难以迅速地显示图像。

发明内容

5 本发明就是为了解决现有技术中的上述的课题而完成的，其目的在于提供一种通过维持与采用误差扩散法或平均误差最小法时同等的图像质量，缩短判断点的形成有无所需要的时间，能迅速地显示高质量的图像的技术。

10 为了解决上述课题的至少一部分，本发明的第一图像处理装置采用以下结构。即，

该图像处理装置通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该图像处理装置的要点在于备有：

15 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差后暂时保存起来的色调误差保存装置；

20 根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出位于该规定数的多个像素的周边扩散到未判断点的形成有无的未判断像素中的扩散误差，将该算出的扩散误差对应地存储在该未判断像素中的扩散误差存储装置；以及

考虑对应于上述未判断像素存储的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成有无的点形成判断装置。

25 另外，对应于上述的第一图像处理装置的本发明的第一图像处理方法是一种通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据的图像处理方法，该图像处理方法的要点在于：

30 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差后暂时保存起来，

根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出位于该

规定数的多个像素的周边扩散到未判断点的形成有无的未判断像素中的扩散误差，

对应于上述未判断像素，存储上述算出的扩散误差，

5 考虑对应于上述未判断像素存储的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成有无。

10 在这样的第一图像处理装置或图像处理方法中，通过判断点的形成有无，将所产生的上述色调误差暂时保存起来，根据规定数的色调误差，算出上述未判断像素的扩散误差后存储起来。如果这样做，则由于能将规定数的多个像素的色调误差汇总在周边的未判断像素中进行扩散并存储，所以与使各像素中产生的色调误差个别地扩散并存储的情况相比，能迅速地存储。其结果，能缩短判断点的形成有无所需要的时间，能迅速地显示高质量的图像。

15 在这样的第一图像处理装置中，与上述扩散误差存储装置的读写相比，上述色调误差存储装置也可以作为能迅速读写上述色调误差的存储装置。

20 上述规定像素数的色调误差被暂时保存在上述色调误差存储装置中之后存储在上述扩散误差存储装置中，所以该色调误差存储装置能与该扩散误差存储装置同样频繁地进行读写。因此，如果能使该色调误差存储装置比该扩散误差存储装置的读写更迅速地读写，则发生该色调误差后，能缩短作为最后的扩散误差被存储起来为止的时间，进而能缩短判断点的形成有无所需要的时间，所以很适用。

25 在这样的第一图像处理装置或变换方法中，对应于各未判断像素存储上述扩散误差时，也可以如下进行。即，每次算出上述色调误差时，算出分配给各个未判断像素的分配误差，将该算出的分配误差积蓄在每个未判断像素中，如果积蓄了全部上述规定数的多个像素的上述分配误差，则也可以将每个未判断像素中积蓄的全部该分配误差作为上述扩散误差对应于上述未判断像素积蓄起来。

30 每次这样求色调误差时，如果将分配误差积蓄在各未判断像素中，则算出上述规定数的上述色调误差后，能迅速地进行对应于各未判断像素存储上述扩散误差为止的处理。只要使规定数的多个像素的色调误差扩散一次并存储后，即使对于不能存储应扩散的全部色调误

差的未判断像素来说，也能通过积蓄规定像素数的扩散误差，使全部色调误差扩散并存储起来。因此，如果采用这样的方法，则由于能迅速地进行使扩散误差扩散并存储在未判断像素中，所以能缩短判断点的形成有无所需要的时间。

5 在这样的第一图像处理装置或变换方法中，对于各未判断像素存储扩散误差时，也可以如下变换上述的方法。即，保存规定数的多个像素的色调误差，根据所保存的规定数的色调误差，算出扩散到各未判断像素中的扩散误差，对于各未判断像素积蓄该算出的全部扩散误差即可。

10 如果这样保存规定数的多个色调误差，则算出应扩散到各未判断像素中的扩散误差的处理变得简便了，进而将该规定像素数的色调误差汇总到未判断像素中进行扩散的处理也变得简便了，所以很适用。另外，由于该规定像素数比该未判断像素数少，所以如果采用这样的方法，比起每次算出色调误差时将分配误差积蓄在各未判断像素中的方法来，能节省存储容量。

15 在上述的第一图像处理装置或变换方法中，对于各未判断像素存储扩散误差时，也可以如下进行。即，每次算出上述色调误差时，算出分配给各个未判断像素的分配误差，将该算出的分配误差积蓄在每个未判断像素中，对于上述未判断像素，将上述规定数的多个像素部分的积蓄了分配误差的各未判断像素的分配误差作为上述扩散误差存储起来即可。

20 25 这样，如果每次求色调误差时将分配误差积蓄在各个未判断像素中，将积蓄了规定像素数的分配误差的未判断像素的分配误差作为上述扩散误差存储起来，则能对应于各个未判断像素迅速地进行存储该规定像素数的扩散误差的处理，所以很理想。

在这样的第一图像处理装置或变换方法中，对于未判断像素存储扩散误差时，也可以如下变换上述的方法。即，保存规定数的多个像素的色调误差，根据该保存的色调误差，算出多个该未判断像素中该规定数的色调误差全部被扩散到特定像素中的扩散误差，对于该特定像素存储即可。

30 如果这样保存规定像素数的色调误差，算出扩散到上述特定像素的扩散误差，作为上述扩散误差存储起来，则使该扩散误差扩散到未

判断像素中存储起来的处理变得简便了。其结果，使该规定像素数的色调误差扩散并存储的处理变得迅速了，进而能缩短显示图像所需要的时间，所以很理想。

在上述的第一图像处理装置或变换方法中，对于未判断像素存储扩散误差时，也可以如下进行。即，对于上述规定数的多个像素周边的第一规定区域内的各个第一未判断像素来说，根据该规定数的多个像素的上述色调误差，算出扩散到该第一未判断像素中的上述扩散误差，对应地存储在该第一未判断像素中。另外，对于在上述规定数的多个像素的周边上述第一规定区域内不包含的第二未判断像素来说，每次算出上述色调误差时，根据该色调误差算出被扩散到各个该第二未判断像素中的上述扩散误差，对应地存储在该第二未判断像素中。

如果这样做，则由于能将从规定数的多个像素分配的分配误差汇总扩散到各个未判断像素中，所以在总体上能缩短判断点的形成所需要的时间，很理想。

在这样的图像处理装置中，作为每次算出色调误差时算出扩散误差并扩散的上述第二未判断像素，也可以算出上述扩散误差后存储在包括上述第一规定区域的第二规定区域内的未判断像素中。

如果使在规定数的多个像素中产生的色调误差在大范围内扩散，则在色调误差的扩散范围内就包含那么多的未扩散像素，所以汇总、扩散并存储规定像素数的色调误差用的处理有复杂化的倾向。与此不同，将使色调误差扩散的范围分割成上述规定数的多个像素周边的第一规定区域和包含该第一规定区域的第二规定区域，关于该第一规定区域中的第一未判断像素，根据规定数的多个像素的色调误差，算出并存储扩散到各像素中的扩散误差，关于该第一规定区域以外的第二未判断像素，每次算出色调误差时，算出来自该色调误差的扩散误差，对应地存储在该各个未判断像素中。如果这样做，则由于应汇总扩散规定像素数的色调误差的未判断像素数减少了，所以能简化处理，很合适。另外，将规定数的多个像素的色调误差汇总、扩散并存储在第一规定区域内的第一未判断像素中时，当然适合于采用上述的各种方法。

在这样的第一图像处理装置或变换方法中，也可以根据判断上述

点的形成有无的条件，将使上述色调误差扩散到周边像素中的范围切换成上述规定数的多个像素周边的上述第一规定区域、以及包括该第一规定区域的第二规定区域。

由于图像质量上的要求等，有的采用这样的技术，即，根据点的形成有无的判断条件，切换使误差扩散的范围的宽窄。在这样的情况下，将使色调误差扩散的范围切换成规定数的多个像素周边的第一规定区域、以及包含该第一规定区域的第二规定区域，同时对于该第一规定区域中不包含的远方的未判断像素来说，如果使色调误差直接扩散，则能简化汇总、扩散并存储规定像素数的色调误差的处理，所以是合适的。

另外，也可以根据上述规定数的多个像素的色调值、以及关于各像素的点的形成有无的判断结果，将使上述误差扩散的范围切换成上述第一规定区域、以及包含该第一规定区域的第二规定区域。

例如，在欲表现的图像数据的色调值小的区域中，有时在形成了点的情况下，如果使形成了点的误差在大范围内扩散，则能改善点的分散性，提高图像质量。或者在图像数据的色调值大的区域，有时在未形成点的情况下，如果使未形成点的误差在大范围内扩散，同样能提高图像质量。在这样的情况下，将来自上述规定数的多个像素的扩散误差汇总扩散到上述第一规定区域的未判断像素中，同时有时在形成了点的情况下或未形成点的情况下，每次算出色调误差时，使误差扩散到该第一规定区域中不包含的远方的未判断像素中。如果这样做，则由于很少会使误差扩散到远方的未判断像素中，所以实际上几乎不会降低处理速度，能简化判断点的形成有无的处理，所以是合适的。

在上述的第一图像处理装置或变换方法中，将上述规定数的多个像素作为互相相邻的像素，根据该规定数的多个像素的各色调误差，算出上述扩散误差，对应地存储在上述未判断像素中即可。

在发生了色调误差的多个像素互相相邻的情况下，与互相不相邻的情况相比，使各像素中发生的色调误差扩散的范围互相重复的部分增大。因此，在根据规定像素数的色调误差算出扩散到各未判断像素中的扩散误差并扩散到各像素中的情况下，如果该规定数的多个像素互相相邻，则来自多个色调误差的扩散误差被汇总扩散的未判断像素

增多，所以相应地能迅速扩散并存储色调误差，很合适。另外，即使在这样的情况下，在将根据规定像素数的色调误差算出的扩散误差扩散并存储在未判断像素中时，当然能采用上述的各种方法。

在根据规定数的相邻的多个像素的色调误差算出扩散误差的上述第一图像处理装置或变换方法中，判断未判断像素的点的形成有无时，除了已经对应地存储在该未判断像素中的扩散误差以外，也可以考虑来自与该未判断像素相邻的像素的上述扩散误差，判断点的形成有无。

如果这样做，在判断已经判断了相邻像素的点的形成有无的未判断像素的点的形成有无的情况下，对于从相邻的像素扩散的扩散误差来说，由于不进行扩散并存储在该未判断像素中的处理，就能判断点的形成有无，所以能迅速地进行判断，很适合。

另外，为了解决上述课题的至少一部分，本发明的第二图像处理装置采用以下结构。即，

该图像处理装置通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该图像处理装置的要点在于备有：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的色调误差存储装置；

将在欲判断上述点的形成有无的入目像素的周边已经判断了该点的形成有无的每个已判断像素中对应地存储的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的色调误差保存装置；

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的点形成判断装置；以及

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素，从上述色调误差存储装置读出该检测的已判断像素中暂时未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差，供该下一个入目像素的判断的色调误差更新装置。

对应于上述第二图像处理装置的本发明的第二图像处理方法是一种通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据的图像处理方法，该图像处理方法的要点在于：

5 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中，

10 将在欲判断上述点的形成有无的入目像素的周边已经判断了该点的形成有无的每个已判断像素中对应地存储的上述色调误差保存在该每个已判断像素中，

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无，

15 在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素，

读出上述检测的已判断像素中未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差后，供该下一个入目像素的判断。

20 在这样的第二图像处理装置及图像处理方法中，在判断入目像素的点形成时，保存对应地存储在上述已判断像素中的色调误差。考虑该保存的色调误差，判断点的形成有无。在判断下一个入目像素的点的形成有无时，首先检测该下一个入目像素的已判断像素，其次，检查该入目像素与已判断像素的异同。然后，读出该入目像素的点形成判断中未使用的存储在已判断像素中的色调误差，用读出的色调误差更新下一个入目像素的判断中不使用的色调误差后，供该下一个入目像素的判断。

25 如果这样做，则判断下一个入目像素的点形成时，虽然在该下一个入目像素的判断中使用，但只读出入目像素的点形成判断中不使用的色调误差即可。其结果，能减少为了点的形成判断所必须读出的色调误差数，能缩短判断点的形成有无所需要的时间。

30 在这样的第二图像处理装置或变换方法中，也可以暂时保存上述入目像素中发生的色调误差，用该保存的色调误差更新下一个入目像

素的判断中不使用的上述色调误差。

如果这样做，则由于不读出对应地存储在入目像素中的色调误差，就能进行下一个入目像素的点的形成判断，所以能迅速地判断点的形成有无。

5 另外，本发明的上述的第一图像处理装置或第二图像处理装置能适用于这样的印刷控制装置，即该印刷控制装置通过将控制墨点的形成用的印刷数据输出给在印刷媒体上形成墨点来印刷图像的印刷部，控制该印刷部。即，在上述的第一图像处理装置或第二图像处理装置中，接收表示个像素的色调值的图像数据，能将该图像数据迅速地转换成由点的形成有无决定的图像数据。因此，如果将这样的第一图像处理装置或第二图像处理装置应用于上述的印刷控制装置中，则能迅速地将图像数据转换成印刷数据。如果将这样获得的印刷数据输出给上述印刷部，则能用该印刷部迅速地印刷高质量的图像，所以很合适。

10 15 另外，将实现上述的第一图像处理方法或第二图像处理方法的程序读入计算机，用该计算机能实现本发明。因此，作为下述的记录媒体的形态也包含本发明。即，对应于上述的第一图像处理方法的记录媒体是一种记录了能用计算机读取程序的记录媒体，上述程序用来实现下述方法，即通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该记录媒体的要点在于记录能实现下述功能的程序，这些功能包括：

20 每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，暂时保存起来的功能；

25 根据规定数的多个像素的上述暂时保存的色调误差，算出扩散到位于规定数的多个像素的周边未进行点的形成的有无的判断的未判断像素中的扩散误差的功能；

将上述算出的扩散误差对应地存储在上述未判断像素中的功能；以及

30 考虑对应地存储在上述未判断像素中的上述扩散误差，根据上述图像数据中的该未判断像素的色调值，判断该未判断像素的点的形成的有无的功能。

另外，对应于上述的第二图像处理方法的记录媒体是一种记录了能用计算机读取程序的记录媒体，上述程序用来实现下述方法，即通过接收表示各像素的色调值的图像数据，对该每个像素根据该色调值判断点的形成有无，将该图像数据转换成由点的形成有无决定的表现形式的图像数据，该记录媒体的要点在于记录能实现下述功能的程序，这些功能包括：

每次判断上述点的形成的有无时，根据该点的形成有无的判断结果，算出该判断的像素中发生的色调误差，对应地存储在该判断像素中的功能；

将对应地存储在位于欲判断上述点的形成的有无的入目像素周边已判断了该点的形成的有无的每个已判断像素中的上述色调误差保存在该每个已判断像素中的功能；

考虑保存在每个上述已判断像素中的色调误差，根据上述图像数据中的入目像素的色调值，判断点的形成有无的功能；

在上述入目像素之后检测判断点的形成有无的下一个入目像素的上述已判断像素的功能；以及

读出上述检测的已判断像素中未保存上述色调误差的已判断像素的色调误差，用该读出的色调误差更新该下一个入目像素的判断中不使用的该色调误差后，供该下一个入目像素的判断的功能。

如果将记录在这些记录媒体中的程序读入计算机中，用该计算机实现上述的各种功能，则能将表示每个像素的色调值的图像数据迅速地转换成由点的形成的有无决定的表现形式的图像数据。

附图说明：

图 1 是本实施例的印刷系统的简略结构图。

图 2 是表示作为本实施例的图像处理装置的计算机的结构的说明图。

图 3 是作为本实施例的图像显示装置的打印机的简略结构图。

图 4 是表示本实施例的图像处理装置中进行的图像数据变换处理的流程的流程图。

图 5 是示意地表示用误差扩散法判断点的形成的有无的情况的说明图。

图 6 是举例表示对每个像素设定误差扩散系数的情况的说明图。

图 7 是表示在第一实施例的色调数变换处理中缩短处理时间的原理的说明图。

图 8 是表示第一实施例的色调数变换处理的流程的流程图。

图 9 是表示第一实施例的色调数变换处理中一次使多个像素的误差扩散的情况的说明图。

图 10 是表示第一实施例的变形例的色调数变换处理的流程的流程图。

图 11 是表示在第二实施例的色调数变换处理中缩短处理时间的原理的说明图。

图 12 是表示在第二实施例的色调数变换处理中用中间缓冲器和误差缓冲器读写数据的处理的概要的说明图。

图 13 是表示第二实施例的色调数变换处理的流程的流程图。

图 14 是举例表示在各寄存器对应的像素位置相对于入目像素一定的情况下，各寄存器和入目像素周边的像素对应的情况的说明图。

图 15 是表示在第二实施例的变形例的色调数变换处理中缩短处理时间的原理的说明图。

图 16 是表示第三实施例的色调数变换处理的流程的流程图。

图 17 是表示在第三实施例的色调数变换处理中使用扩散范围大的矩阵的情况下、以及使用扩散范围小的矩阵的情况下对色调误差被扩散的范围进行比较的说明图。

图 18 是表示在第四实施例的变形例的色调数变换处理中缩短处理时间的原理的说明图。

图 19 是举例表示在第四实施例的变形例的色调数变换处理中在每个像素中设定权重系数的情况的说明图。

图 20 是表示第四实施例的色调数变换处理的流程的流程图。

14 为了更明确地说明本发明的作用·效果，以下按照如下的顺序说明本发明的实施形态。

实施发明的具体方式

A. 实施形态；

B. 第一实施例；

B-1. 装置结构

B-2. 图像数据变换处理的概要；

B - 3. 第一实施例的色调数变换处理;

B - 4. 变形例;

C. 第二实施例;

C - 1. 第二实施例中缩短色调数变换处理的时间的原理;

5 C - 2. 第二实施例的色调数变换处理;

C - 3. 变形例;

D. 第三实施例;

E. 第四实施例;

E - 1. 第四实施例中缩短色调数变换处理的时间的原理;

10 E - 2. 第四实施例的色调数变换处理;

A. 实施形态:

参照图 1 说明本发明的实施形态。图 1 是以印刷系统为例，说明本发明的实施形态用的说明图。本印刷系统由作为图像处理装置的计算机 10、以及彩色打印机 20 等构成。计算机 10 如果从数字摄像机或彩色析像器等图像机器接收到彩色图像的色调图像数据，便在彩色打印机 20 中转换成由能印刷的各色点的形成的有无表现的印刷数据。用称为打印驱动器 12 的专用的程序进行这样的图像数据的变换。另外，能用各种应用程序在计算机 10 中作成彩色图像的色调图像数据。

打印驱动器 12 由称为分辨率变换模块、色变换模块、色调数变换模块、交错模块的多个模块构成。用色调数变换模块进行将色调图像数据转换成由点的形成的有无决定的表现形式的处理。后面将说明用其他各种模块进行的处理。彩色打印机 20 根据用这些模块变换的印刷数据，通过在印刷媒体上形成各色墨点，印刷彩色图像。

如图所示，本发明的印刷系统中的色调数变换模块呈在色调误差计算部和误差缓冲器之间设置中间缓冲器的结构。通过灵活使用该中间缓冲器，能迅速地进行点形成有无的判断。

即，一般说来，如果用点的形成的有无表现色调数据，则自然会在各像素中发生色调表现的误差。用上述的称为误差扩散法或平均误差最小法的方法，将发生的色调误差积蓄在主存储区的一部分中准备的大容量的误差缓冲器中，判断其他像素的点形成有无时，从误差缓冲器读出积蓄在该像素中的误差，考虑读出的误差值，判断点的形成的有无。由此可知，为了判断点的形成的有无，需要对误差缓冲器频

繁地进行数据的读写。误差缓冲器使用大容量的缓冲器，读写数据时需要一定的时间，所以如果频繁地读写，就要花费这部分时间。

与此不同，在本发明的印刷系统中的色调数变换模块中，由于灵活使用比误差缓冲器容量小的中间缓冲器，所以如后面详细说明的那样，能减少对误差缓冲器进行读写的频度。由于中间缓冲器能对小容量的区域反复地进行读写，所以与误差缓冲器相比，容易高速地进行读写。例如，在主存储器和CPU之间有比起主存储器来能高速读写的高速缓冲存储器的计算机系统中，如果从中间缓冲器读出数据，则在大多数情况下能期待从高速缓冲存储器读出，即使不特别关照，中间缓冲器也自然能比误差缓冲器高速地读写。

另外，在CPU的寄存器中有余裕的情况下，能将中间缓冲器的至少一部分分配给比起高速缓冲存储器来能以更高的速度进行读写的寄存器，能谋求更加高速化。将中间缓冲器的一部分分配给CPU的寄存器时，例如在C语言中使用register宣言，能用处理软件的源码明确地指定。另外，在最佳化能力高的编译程序中，有的具有将富裕的寄存器自动地分配给使用频度高的变数的功能，在使用这样的编译程序的情况下，即使不明确地指定，中间缓冲器的一部分也能被分配给CPU的寄存器。

这样，在通常的计算机系统中，即使不进行特别的关照，反复进行读写的小容量的中间缓冲器也能高速地进行读写。当然，在不用软件而用硬件等进行处理的情况下，使用小容量的中间缓冲器也能容易地实现能高速读写的结构。

如果减少向数据读写时需要一定时间的误差缓冲器进行读写的频度，则能迅速地进行该部分点形成有无的判断。当然，即使使用中间缓冲器，在逻辑上进行与误差扩散法或平均误差最小法同样的处理，所以能维持与这些方法相同的图像质量。为了减少向误差缓冲器进行读写的频度，在灵活使用中间缓冲器的具体方法中存在各种形态，以下用各种实施例说明这些各种形态。

B. 第一实施例：

B-1. 装置结构

图2是表示作为第一实施例的图像处理装置的计算机100的结构的说明图。计算机100是以CPU102为中心，用总线116将ROM104和

RAM106 等互相连接起来构成的众所周知的计算机。CPU102 由实际上进行处理的运算器、以及暂时保存处理中的数据的多个寄存器构成。保存在寄存器中的数据远比存储在 RAM106 中的数据能高速地处理。虽然，也可以灵活地使用称为高速缓冲存储器的特殊的存储元件，代替寄存器。高速缓冲存储器虽然不象寄存器那么重要，但能比 RAM106 高速地读写数据。另外，如果使用高速缓冲存储器，与使用寄存器的情况相比，容易处理数量更多的数据。

在计算机 100 上连接着读入软盘 124 或小型盘 126 中的数据用的盘控制器 DDC109；与外围机器进行数据的收发用的外围机器接口 P·I/F108；驱动 CRT114 用的视频接口 V·I/F112 等。在 P·I/F108 上连接着后面所述的彩色打印机 200、以及硬盘 118 等。另外，如果将数字摄像机 120 或彩色析像器 122 等连接在 P·I/F108 上，则能印刷由数字摄像机 120 或彩色析像器 122 取入的图像。另外，如果安装网络接口卡 NIC110，则将计算机 100 连接在通信线路 300 上，能取得连接在通信线路上的存储装置 310 中存储的数据。

图 3 是表示第一实施例的彩色打印机 200 的简略结构的说明图。彩色打印机 200 是能形成青、品红、黄、黑四色墨点的喷墨打印机。当然，也可以使用能形成除了这四色墨以外，还包括染料浓度低的蓝色（淡蓝）墨和染料浓度低的品红（淡品红）墨的合计六种颜色的墨点的喷墨打印机。另外，以下根据情况，将青墨、品红墨、黄墨、黑墨分别简称为 C 墨、M 墨、Y 墨、K 墨。

如图所示，彩色打印机 200 由以下部分构成：安装在托架 240 上的驱动打印头 241、进行墨的喷出及点的形成的机构；利用托架电动机 230 使该托架 240 沿着压纸滚筒 236 的轴向往复移动的机构；利用送纸电动机 235 输送打印纸 P 的机构；以及控制点的形成、托架 240 的移动及打印纸的输送的控制电路 260。

在托架 240 上安装着收容 K 墨的墨盒 242、以及收容 C 墨、M 墨、Y 墨等各种墨的墨盒 243。一旦将墨盒 242、243 安装在托架 240 上，盒内的各种墨便通过图中未示出的导入管，供给设置在打印头 241 下面的喷出各色墨用的头 244 至 247。在各色墨喷出用头 244 至 247 上，一组一组地设置着 48 个喷嘴 Nz 以一定的间距 k 排列的喷嘴列。

控制电路 260 由 CPU261、ROM262 和 RAM263 等构成，通过控制托

架电动机 230 和送纸电动机 235 的动作，来控制托架 240 的主扫描和副扫描，同时根据从计算机 100 供给的印刷数据，在适当的时刻从各喷嘴喷出墨滴。这样，在控制电路 260 的控制下，通过在印刷媒体上的适当位置形成各色墨点，彩色打印机 200 能印刷彩色图像。

5 另外，在各色喷墨头喷出墨滴的方法中能采用各种方法。即，能采用利用压电元件喷出墨的方式、以及利用配置在墨通路中的加热器在墨通路内发生气泡而喷出墨滴的方法等。另外，即使采用利用热复制等现象在打印纸上形成墨点的方式、或利用静电使各色调色剂粉末附着在印刷媒体上的方式的打印机，代替喷出墨也没关系。

10 另外，也可以采用所谓的可变点打印机，该打印机采用控制从喷墨头喷出的墨滴的大小、或一次喷出多个细小的墨滴且控制喷出的墨滴数的方法，能控制在打印纸上形成的墨点的大小。

B-2. 图像数据变换处理的概要

15 图 4 是表示第一实施例的作为图像处理装置的计算机 100 通过将规定的图像处理加在接收的图像数据中，将该图像数据转换成印刷数据的处理流程的流程图。计算机 100 的操作系统通过启动打印机驱动器，开始进行这样的处理。以下，根据图 4 简单地说明第一实施例的图像数据变换处理。

20 打印机驱动器一旦开始进行图像数据变换处理，首先，开始应变换的 RGB 彩色图像数据的读入（步骤 S100）。其次，将取入的图像数据的分辨率转换成彩色打印机 200 打印用的分辨率（步骤 S102）。在彩色图像数据的分辨率比印刷分辨率低的情况下，通过进行线性内插，在相邻图像数据间生成新的数据，反之在比印刷分辨率高的情况下，通过以一定的比例抽出数据，将图像数据的分辨率转换成印刷分辨率。

25 一旦这样变换分辨率，便进行彩色图像数据的色变换处理（步骤 S104）。所谓色变换处理，就是将用 R、G、B 的色调值的组合表现的彩色图像数据转换成在 C、M、Y、K 等的彩色打印机 200 中使用的用各色调值的组合表现的图像数据的处理。参照称为色变换表（LUT）的三维数表，能迅速地进行色变换处理。

30 继色变换处理之后，开始色调数变换处理（步骤 S106）。所谓色调数变换处理是如下的处理。通过色变换处理变换的色调数据作为各

5 种颜色具有 256 个色调幅度的数据来表现。与此不同，在本实施例的彩色打印机 200 中，只能采用“形成点”、“不形成点”中的某一种状态。即，本实施例的彩色打印机 200 只能局限于表现两个色调。不要将具有 256 个色调的图像数据转换成彩色打印机 200 能用两个色调表现的图像数据。进行这样的色调数的变换的处理就是色调数变换处理。如上所述，在本实施例中通过使用中间缓冲器，能迅速地进行点的形成的有无的判断。后面将详细说明色调数变换处理。

10 如果这样结束了色调数变换处理，则打印驱动器便开始进行交错处理（步骤 S108）。交错处理是一边考虑点的形成顺序，一边按照传送给彩色打印机 200 的顺序，重新排列被转换成表示点的形成的有无的形式的图像数据的处理。打印驱动器进行交错处理后将最后获得的图像数据作为印刷数据输出给彩色打印机 200（步骤 S110）。彩色打印机 200 根据印刷数据，在印刷媒体上形成各色墨点。其结果，对应于图像数据的彩色图像被印刷在印刷媒体上。

15 以下，说明在第一实施例的色调数变换处理中，通过使用中间缓冲器，迅速地进行点的形成的有无的判断处理。

B-3. 第一实施例的色调数变换处理：

20 作为说明使用中间缓冲器缩短判断点的形成的有无所需要的时问的原理用的准备，简单地说明在所谓的误差扩散法中进行点的形成的有无的判断的方法。

25 图 5 是示意地表示在误差扩散法中，一边使在判断了点的形成的有无的像素中发生的色调误差扩散到周边像素中，一边判断点的形成的有无的情况的说明图。另外，以下将欲判断点的形成的有无所入目的像素称为入目像素。如图 5(a) 所示，在符合 P00 的像素（入目像素）中，作为判断了点的形成的有无的结果，在该入目像素的图像数据中的色调值之间发生了色调误差 E00。图中划斜线的部分表示判断了点的形成的有无的像素。在误差扩散法中，将色调误差 E00 乘以规定的加权系数（误差扩散系数），将所得的值扩散到入目像素周边的未判断像素中。另外，以下使用的注脚意味着下述内容。例如，注脚“00”表示入目像素，注脚“01”表示入目像素的右侧相邻的像素，注脚“0-1”表示左侧相邻的像素。注脚“10”表示入目像素正下方的像素，注脚“-10”表示入目像素正上方的像素。另外，考虑注脚“11”

与注脚“10”和“01”组合，表示入目像素的右斜下方的像素。

图 6 是表示使色调误差扩散时使用的误差扩散系数的设定例的说明图。另外，在图 6 中带有斜线的像素位置表示入目像素的位置。这样的表示从入目像素向周边像素扩散的误差扩散系数的矩阵被称为误差扩散矩阵。例如，在图 6(a) 所示的误差扩散矩阵中，在入目像素的右侧作为误差扩散系数 K_{01} 的值设定为“1/4”。因此，如果使用这样的误差扩散矩阵，则在入目像素中发生的色调误差的 1/4 的误差被分配给右侧相邻的像素。同样，在入目像素中发生的色调误差的 1/4 的误差也被分配给入目像素的左下、正下、右下方的各像素。误差扩散矩阵不限于图 6 中例示的，使误差扩散的范围和误差扩散系数等可以设定成各种值，在实际的误差扩散法中，为了获得良好的图像质量，可以使用适当的误差扩散矩阵。另外，为了避免说明的复杂化，在以下的说明中使用例示的误差扩散矩阵中扩散范围最小的矩阵、即使用图 6(a) 中的误差扩散矩阵进行说明。

如果使用图 6(a) 中的矩阵作为误差扩散矩阵，则如图 5(a) 所示，在入目像素 P_{00} 中生成的色调误差 E_{00} 的各 1/4 分别分配给右邻的像素 P_{01} 、左下的像素 P_{1-1} 、正下的像素 P_{10} 、右下的像素 P_{11} 合计 4 个像素。这样被扩散到入目像素周边的各个像素中的误差（扩散误差）需要以分离的状态存储在每个像素中。因此扩散误差被存储在能存储多个像素的扩散误差的大容量的 RAM106 中（参照图 2）。

如果使像素 P_{00} 的色调误差扩散到周边像素中，则现在开始对右邻的像素 P_{01} 进行点的形成的有无的判断。图 5(b) 是示意地表示判断入目像素 P_{01} 的点的形成的有无的情况的说明图。判断点的形成时，首先，从周边像素读出分配给入目像素 P_{01} 后积蓄的扩散误差，用读出的扩散误差修正入目像素 P_{01} 的图像数据。如图 5(b) 所示，按照上述的误差扩散矩阵扩散的误差从点的形成判断过的周边像素、即从像素 P_{-10} 、 P_{-11} 、 P_{-12} 、像素 P_{00} 4 个像素积蓄到入目像素 P_{01} 中。从 RAM106 读出该扩散误差，修正入目像素 P_{01} 的图像数据，将获得的修正值与规定的阈值进行比较，判断点的形成的有无。后面将说明判断的详细方法。如果这样对入目像素 P_{01} 判断点的形成的有无，则由于在像素 P_{01} 中发生新的色调误差 E_{01} ，所以按照误差扩散矩阵使该色调误差扩散到周边像素中。这样在误差扩散法中，在入目像素中每次

发生色调误差时，每次都一边扩散到位于周边的多个像素中，一边判断点的形成的有无。因此，有必要对 RAM106 频繁地读写数据，所以判断点的形成的有无所需要的时间变长。

与此不同，在本实施例的色调数变换处理中，通过使用中间缓冲器，缩短判断点的形成的有无所需要的时间。图 7 是表示使用中间缓冲器缩短判断所需要的时间的原理的说明图。在本实施例中，使用安装在 CPU102 内的寄存器作为中间缓冲器。如上所述，与 RAM106 相比，寄存器能高速处理。当然，不用寄存器而用高速缓冲存储器，实际上也能进行同样的处理。以下，参照图 7 说明第一实施例中缩短判断点的形成的有无所需要的时间的原理。

图 7(a) 表示对入目像素 P00 判断点的形成的有无的情况。作为进行了该判断的结果，在入目像素中发生色调误差 E00。图 7(a) 中右侧表示的 6 个矩形是模式地表示作为中间缓冲器使用的 6 个寄存器。为了便于说明，以下在各个寄存器上标以符号 R01、R02、R1-1、R10、R11、R12 加以区别。在第一实施例的色调数变换处理中，不使在入目像素 P00 中发生的色调误差 E00 直接扩散到 RAM106 中，暂时存入寄存器中。即，用应分配给入目像素的右邻的像素 P01 的误差更新寄存器 R01 的值。按照误差扩散矩阵，能用 $K01 \cdot E00$ 求应分配给像素 P01 的误差。同样，用应分配给入目像素 P00 的左下的像素 P1-1 的误差更新寄存器 R1-1 的值，用应分配给正下的像素 P10 的误差更新寄存器 R10 的值，用应分配给右下的像素 P11 的误差更新寄存器 R11 的值。按照误差扩散矩阵，能用 $K1-1 \cdot E00$ 、 $K10 \cdot E00$ 、 $K11 \cdot E00$ 求各自的误差。

如果这样用应分配给 4 个像素各自的扩散误差更新对应的 4 个寄存器的值，便对像素 P00 的右邻的像素 P01 判断此次有无点的形成。进行像素 P01 的判断时，从 RAM106 读出新的入目像素 P01 的扩散误差，用读出的误差和存储在寄存器 R01 中的误差相加的值修正入目像素 P01 的色调数据。这样，如果用入目像素 P01 的扩散误差和寄存器 R01 的误差相加的值进行修正，则实际上能进行与通常的误差扩散法完全相同的处理。即，在通常的误差扩散法中，如用图 5 说明的那样，每次发生色调误差时，使其扩散到周边像素中，判断右邻的像素 P01 的点的形成的有无时，读出分配给像素 P01 的扩散误差，修正像素 P01

的色调数据，根据修正的值判断点的形成的有无。与此不同，在本实施例中，如图 7(a)所示，分配给像素 P01 的误差被存储在寄存器 R01 中，所以通过用像素 P01 的扩散误差和存储在寄存器 R01 中的误差相加的值修正色调数据，实际上能进行与通常的误差扩散法完全相同的处理。如果这样对新的入目像素 P01 判断点的形成的有无，则在入目像素 P01 中发生新的色调误差 E01 (参照图 7(b))。

在像素 P01 中发生的色调误差 E01 也与像素 P00 的色调误差 E00 一样，按照误差扩散矩阵中设定的比例，扩散到各自的寄存器中。参照图 7(b)具体地说明。首先，由于像素 P02 是入目像素 P01 的右邻的像素，所以用误差扩散矩阵中设定的误差扩散系数 K01 和色调误差 E01 相乘的值，更新对应的寄存器 R02 的值。由于像素 P10 是入目像素 P02 的左下的像素，所以将误差扩散系数 K1-1 和色调误差 E01 相乘的值 $K1-1 \cdot E01$ 加到对应的寄存器 R01 的值中。这里，如图 7(b) 所示，由于已经从像素 P00 扩散的误差 $K10 \cdot E00$ 被存储在寄存器 R10 中，所以将已经扩散的误差和新扩散的误差加在寄存器 R02 上。其结果，寄存器 R02 的值被更新成从两个像素扩散来的误差的和 ($K10 \cdot E00 + K1-1 \cdot E01$)。以下，对于像素 P11 及像素 P12 来说也一样，用扩散误差 ($K11 \cdot E00 + K10 \cdot E01$) 更新对应的寄存器 R11 的值，用 $K11 \cdot E01$ 更新寄存器 R12 的值。

通过进行以上这样的处理，在像素 P00 中发生的色调误差 E00 和在像素 P01 中发生的色调误差 E01 被扩散到各自的寄存器中。因此，如图 7(c)所示，将存储在各寄存器中的误差写入对应于周边像素的误差缓冲器 (具体地说写入 RAM106) 中。即，将存储在寄存器 R02 中的值 $K01 \cdot E01$ 加在像素 P02 的误差缓冲器中，将存储在寄存器 R1-1 中的值 $K1-1 \cdot E00$ 加在像素 P1-1 的误差缓冲器中，将寄存器 R10 的值 ($K10 \cdot E00 + K1-1 \cdot E01$) 加在像素 P10 中，将寄存器 R11 的值 $K11 \cdot E00 + K10 \cdot E01$ 加在像素 P11 中，将寄存器 R12 的值 $K11 \cdot E01$ 加在像素 P12 中。通过这样做，与在通常的误差扩散法中使像素 P00 及像素 P01 的误差扩散的状态 (参照图 5(c)) 相同的误差被扩散到周边的 5 个像素的各误差缓冲器中。另外，关于像素 P01，由于点的形成的有无的判断已经结束，所以不需要将寄存器 R01 的值加在 RAM106 中。这样在本实施例的方法中，由于判断两个像素部分的点的形成的

有无，使误差扩散到 5 个像素的误差缓冲器中，所以每次进行一个像素的判断时，按照 2.5 个像素的比例向误差缓冲器进行误差扩散。

另外，以上为了说明的方便，说明了将扩散到进行了双值化的像素周边的 5 个像素的全部误差暂时存储在寄存器中，将从两个像素扩散的误差加在寄存器上后，扩散到误差缓冲器中。当然，对于不将误差加在寄存器上的像素、例如像素 P1-1、像素 P02、像素 P12 来说，也可以使误差直接扩散到误差缓冲器中。

在图 5 所示的通常的误差扩散法中，每次进行一个像素的点形成判断时，使误差扩散到周边的 4 个像素中。与此不同，在本实施例的方法中，通过将从多个像素扩散的误差暂时加在寄存器上集中扩散，每次进行一个像素的判断时，只使误差扩散到 2.5 个像素的误差缓冲器中即可，当然，相对于通常的误差扩散法，虽然增加了将误差分配给寄存器的工序，但由于更新寄存器的值或加在寄存器上的处理远比使误差扩散到 RAM 中的处理能高速地进行，所以在总体上能缩短判断点的形成的有无所需要的时间。另外，这里虽然说明了存储在寄存器中的情况，但不一定限于寄存器，只要是能比作为误差缓冲器使用的存储装置高速读写的存储装置即可。另外，例如通过使用为了高速地进行 CPU 和 RAM 的数据的存取而设置的高速缓冲存储器，实际上也能进行同样的处理，这样做也没关系。本实施例中使用的中间缓冲器由于使用小容量的存储区反复进行各像素的处理，所以通常设计者即使不明确地指定，也能利用编译程序和 CPU 本身的功能，自动地分配给寄存器和高速缓冲存储器，能高速地读写。

另外，在以上的说明中，虽然将从两个像素扩散的误差直接加在寄存器上，但也可以将各个误差暂时存储在各自的寄存器中后，再加在另外的寄存器上。例如，以扩散到图 7(b) 中的像素 P10 中的误差为例进行说明，首先用来自像素 P00 的误差 $K10 \cdot E00$ 更新寄存器 R10 的值，其次将来自像素 P01 的误差 $K1-1 \cdot E01$ 加在寄存器 R10 上。代替这样的处理，将来自像素 P00 的误差和像素 $P01^{\sim}$ 的误差分别存储在寄存器 Ra 和寄存器 Rb 中，当然也可以将两个寄存器的值加在寄存器 R10 上。

图 8 是表示以上说明的本实施例的色调数变换处理的流程的流程图。由计算机 100 的 CPU102 进行该处理。另外，如上所述，本实施

例的彩色打印机是能形成 C、M、Y、K 四色墨点的打印机，图 8 所示的色调数变换处理虽然也是对每一种颜色进行处理，但以下为了避免说明的麻烦，说明时不特定墨点的颜色。另外，除了上述的四色以外，当然也可以再增加 LC 墨、LM 墨而使用六色打印机。

5 另外，如上所述本发明的彩色打印机是能形成各种颜色大小不同的点的可变点打印机。在使用可变点打印机的情况下，例如在使用能形成大点、中点、小点等各种点的可变点打印机的情况下，对各种大小的点进行以下说明的色调数变换处理。

10 这样，由于增加使用的墨的颜色，或者随着能形成各种大小的点而增加进行色调数变换处理的次数，所以出现仅此处理所需要的时间增长的倾向。以下说明的本实施例的色调数变换处理由于能迅速地处理，所以能适用于这样的情况。

15 一旦开始进行本实施例的色调数变换处理，首先，读入欲判断点的形成的有无的两个像素的图像数据 Cd1、Cd2（步骤 S200）。另外，这里为了方便，将左侧的像素称为第一像素，将右侧的像素称为第二像素。图像数据被存储在计算机 100 内安装的 RAM106 中。其次，从误差缓冲器读出分别扩散并积蓄在第一像素及第二像素中的扩散误差 Ed1、Ed2（步骤 S202）。误差缓冲器也设在 RAM106 上。

20 接着，通过将第一像素的图像数据 Cd1 和第一像素的扩散误差 Ed1 相加，算出第一像素的修正数据 Cx1（步骤 S204）。对这样获得的修正数据 Cx1 和规定的阈值 th 进行比较（步骤 S206），如果修正数据大，则断定在第一像素中形成点，将意味着形成点的值“1”写入表示第一像素的判断结果的变数 Cr1 中（步骤 S208）。如果不是这样，则断定在第一像素中不形成点，将意味着不形成点的值“0”写入变数 Cr1 中（步骤 S210）。

25 如果这样判断第一像素的点的形成的有无，则伴随该判断算出第一像素中发生的色调误差（步骤 S212）。从第一像素的修正数据 Cx1 减去由于形成点或由于不形成点而用第一像素表现的色调值（以下将这样的色调值称为结果值），能求得在第一像素中发生的色调误差 E1。

30 其次，使在第一像素中发生的色调误差 E1 扩散到中间缓冲器中（步骤 S214）。该处理相当于用图 7(a) 说明的处理。即，将第一像

素的色调误差 $E1$ 乘以误差扩散矩阵中设定的误差扩散系数，算出应扩散到周边像素中的扩散误差，将获得的扩散误差存储在各自的中间缓冲器中。

如果使第一像素中发生的误差扩散到中间缓冲器中，便开始第二像素的点的形成的有无的判断。为了进行第二像素的判断，有必要算出第二像素的修正数据。因此，将预先读出的第二像素的图像数据 $Cd2$ 、第二像素的扩散误差 $Ed2$ 、以及从第一像素分配给第二像素的误差相加，算出第二像素的修正数据 $Cx2$ （步骤 S216）。用图 7 说明过，从第一像素扩散到第二像素中的误差被存储在预定的中间缓冲器中。另外，在图 8 所示的实施例中，与读出第一像素的图像数据及扩散误差的同时，还预先读出第二像素的图像数据及扩散误差，但关于第二像素，由于需要算出修正数据，所以也可以读出图像数据和扩散误差。在一次读出第一像素及第二像素的图像数据和扩散误差的情况下，通过采用从存储器上连续的位置读出的方法，能迅速地读出这些数据。

另外，不在步骤 S200 及 S202 中，而是在步骤 S216 之前读出第二像素的图像数据及扩散误差也没关系。如果这样做，则在 CPU102 的寄存器数有限的情况下，在读出第二像素的图像数据及扩散像素之前的期间，最好能将寄存器用于其他目的。

如果在步骤 S216 算出了第二像素的修正数据 $Cd2$ ，则与第一像素的情况相同，通过与规定的阈值 th 进行比较，判断点的形成有无（步骤 S218）。如果修正数据 $Cd2$ 大，则断定在第二像素中形成点，写入意味形成点的值“1”（步骤 S220），如果不是这样，则写入意味不形成点的值“0”（步骤 S222）。其次，算出第二像素的色调误差 $E2$ （步骤 S224）。在第二像素中发生的色调误差 $E2$ 也与第一像素的色调误差 $E1$ 一样，能从第二像素的修正数据 $Cx2$ 减去第二像素的结果值（通过判断像素的点的形成有无，在该像素上表现的值）来求得。

接着，进行使第二像素的色调误差扩散到中间缓冲器中的处理（步骤 S226）。该处理是相当于用图 7(b) 说明的处理的处理。即，将第二像素的色调误差 $E2$ 乘以误差扩散矩阵中设定的各像素的误差扩散系数，算出应扩散到周边像素中的扩散误差，将获得的扩散误差存储在各自的中间缓冲器中。这里，在从第一像素分配的误差已经存

5 储在中间缓冲器中的情况下，将新分配的误差加在已经存储的误差中存储。在图 7(b)所示的例中，在寄存器 R10 及寄存器 R11 中存在已经分配的误差，所以将新分配的误差加在其中存储。其结果，在 5 个寄存器中积蓄了从第一像素及第二像素应扩散到周边的各像素中的误差。因此，在接下来的步骤 S228 的处理中，将每个像素存储在中间缓冲器中的误差加在 RAM 上的误差缓冲器中（参照图 7(c)），加法计算结束后使中间缓冲器复位。

10 其次，判断是否对全部像素判断了点的形成有无（步骤 S230），如果还有未判断的像素，则返回步骤 S200，进行连续的一系列处理。这样在对全部像素进行的点的形成有无的判断结束之前，一边使色调误差扩散到周边像素中，一边判断每两个像素的点的形成有无，如果对全部像素的判断结束，则本实施例的色调数变换处理结束，返回图 4 所示的图像数据变换处理。

15 在以上说明的本实施例的色调数变换处理中，每次判断两个像素的点的形成有无时，使误差扩散到 5 个像素的误差缓冲器中即可。为了用通常的误差扩散法进行同样的处理，进行一个像素的判断时，必须使误差扩散到 4 个像素的误差缓冲器中，与这种方法相比较，通过采用本实施例的色调数变换处理，能极大地缩短误差扩散到误差缓冲器中所需要的时间。特别是在色调数变换处理中，对构成图像的多个像素判断点的形成有无，同时必须使所发生的色调误差扩散到周边像素中，所以误差扩散到误差缓冲器中所需要的时间在色调数变换处理所需要的时间中占有较大的比例。因此，如果采用本实施例的色调数变换处理，缩短误差的扩散所需要的时间，则能迅速地进行包括色调数变换处理的全部图像处理，进而能迅速地印刷图像。

20 25 在以上的说明中，为了说明的方便，说明了判断每两个像素的点的形成有无的方法。即，将在两个像素中产生的色调误差存储在中间缓冲器中，将从两个像素扩散的误差加在中间缓冲器上，集中扩散到误差缓冲器中。当然，也可以对更多的像素判断点的形成有无，将发生的误差加在中间缓冲器上。例如，在判断每三个像素的点的形成有无的情况下，如图 9(a)所示，使误差扩散到判断点的形成有无的像素（图中带斜线的像素）周边的 6 个像素的误差缓冲器中即可。即，每一个进行判断的像素，使误差扩散到两个像素的误差缓冲器中就足够

了。另外，在判断每 6 个像素的点的形成有无的情况下，如图 9(b)所示，使误差扩散到 9 个像素的误差缓冲器中即可，所以每判断一个像素，使误差扩散到 1.5 个像素的误差缓冲器中即可。这样，一次判断点的形成有无的像素数越多，越能减少每个判断像素扩散的误差缓冲器的像素数，所以能缩短色调数变换处理所需要的时间。

B - 4. 变形例：

另外，在以上说明的第一实施例的色调数变换方法中，虽然说明了根据各色调误差算出从第一像素及第二像素扩散到周边像素的扩散误差，积蓄在每个周边像素中，但也可以如下进行。即，也可以将在第一像素及第二像素中发生的色调误差本身存储在中间缓冲器中，算出从这些存储的色调误差应扩散到周边像素中的扩散误差，存储在对应于各像素的误差缓冲器中。由于存储在中间缓冲器中的值是存储中的扩散误差或是色调误差的不同误差，在误差缓冲器中存储相同的误差，所以这样的方法实际上能进行相同的处理。以下说明这样 10 第一实施例的变形例。

图 10 是表示第一实施例的变形例的色调数变换方法的流程的流程图。以下，参照图 10，以与图 8 所示的第一实施例的色调数变换处理不同的部分为中心，简单地说明变形例的色调数变换方法。

在变形例中也与第一实施例的色调数变换处理一样，开始处理时 20 首先读入第一像素和第二像素的图像数据 $Cd1$ 、 $Cd2$ （步骤 S300）。这里，所谓第一像素是指欲判断点的形成有无的两个像素中的左侧的像素而言，所谓第二像素是指右侧的像素而言。其次，从误差缓冲器中读出分别扩散到第一像素和第二像素中的扩散误差 $Ed1$ 、 $Ed2$ （步骤 S302）。误差缓冲器与第一实施例的情况一样设置在 RAM106 上。其次，将第一像素的图像数据和扩散误差相加，算出第一像素的修正数据 $Cx1$ （步骤 S304）。接着，比较修正数据 $Cx1$ 和规定的阈值 th （步 25 骤 S306），如果修正数据大，则断定在第一像素中形成点，将意味形成点的值“1”写入表示关于第一像素的判断结果的变数 $Cr1$ 中（步骤 S308）。如果不是这样，则断定在第一像素中不形成点，将意味不形成点的值“0”写入变数 $Cr1$ 中（步骤 S310）。如果这样判断了第一像素的点的形成的有无，则伴随该判断，算出第一像素中发生的色调误差（步骤 S312）。与第一实施例的情况相同，从修正数据 $Cx1$ 30

减去结果值，能求得色调误差。

在第一实施例的变形例中，将这样算出的第一像素的色调误差 $E1$ 存储在中间缓冲器中（步骤 S314）。即，在第一实施例的色调数变换处理中，虽然使色调误差扩散到中间缓冲器中，但在变形例的色调数变换处理中，不使误差扩散，直接存储在中间缓冲器中。

如果将第一像素的色调误差 $E1$ 存入了中间缓冲器中，则为了判断第二像素的点的形成有无，算出第二像素的修正数据 $Cx2$ （步骤 S316）。即，将预先读出的第二像素的图像数据 $Cd2$ 和扩散误差 $Ed2$ 、以及从第一像素扩散的误差相加。通过将存储在中间缓冲器中的第一像素的色调误差 $E1$ 和误差扩散系数相乘，求出来自第一像素的误差。与第一实施例的情况相同，误差扩散系数的值设定在误差扩散矩阵中。对这样算出的第二像素的修正数据 $Cx2$ 和规定的阈值 th 进行比较（步骤 S318），如果修正数据 $Cx2$ 大，则断定形成点，将意味形成点的值“1”写入表示关于第二像素的判断结果的变数 $Cr2$ 中（步骤 S320）。如果不是这样，则断定不形成点，将意味不形成点的值“0”写入变数 $Cr2$ 中（步骤 S322）。其次，算出第二像素的色调误差 $E2$ （步骤 S324），不使算出的色调误差 $E2$ 扩散到周边像素中，而是暂时直接存储在中间缓冲器中（步骤 S326）。这时，第二像素的色调误差 $E2$ 与先存储的第一像素的色调误差 $E1$ 个别地存储。第二像素的色调误差 $E2$ 与第一像素的色调误差 $E1$ 一样，能从第二像素的修正数据 $Cx2$ 减去结果值求得。

这样，如果将第一像素的色调误差 $E1$ 和第二像素的色调误差 $E2$ 存入了各自的中间缓冲器中，则将两个色调误差集中起来扩散到误差缓冲器中。利用图 7 说明该处理。在图 7 中，像素 $P00$ 对应于第一像素，像素 $P01$ 对应于第二像素。如上所述，在第一像素及第二像素中发生的色调误差以规定的比例扩散到这些像素周边的 5 个像素中。例如，来自像素 $P00$ 的误差 $K1-1 \cdot E00$ 扩散到第一像素的左下方的像素 $P1-1$ 中。这里， $K1-1$ 是使色调误差扩散到左下方的像素中时使用的误差扩散系数，误差扩散系数的值被设定在误差扩散矩阵中。另外，使来自第一像素的误差 $K10 \cdot E00$ 和来自第二像素的误差 $K1-1 \cdot E01$ 相加后的误差 $K10 \cdot E00 + K1-1 \cdot E01$ 扩散到像素 $P10$ 中。关于其他 3 个像素也一样， $K11 \cdot E00 + K10 \cdot E01$ 扩散到像素 $P11$ 中， $K11 \cdot E01$

扩散到像素 P12 中, K01 · E01 的值扩散到像素 P02 中。这样, 如果确定了色调误差 E1 和色调误差 E2, 则根据误差扩散系数, 能算出扩散到周边各像素中的误差的值。因此, 在步骤 S328 中, 用存储在中间缓冲器中的第一像素的色调误差 E1 和第二像素的色调误差 E2, 算出扩散到第一像素和第二像素的周边的各像素中的误差, 加在对应于各像素的误差缓冲器中。如果这样进行的处理结束, 为了在下一个像素的处理中使用, 使存储色调误差 E1、E2 的中间缓冲器复位。

其次, 判断是否对全部像素判断了点的形成有无(步骤 S330), 如果还有未判断的像素, 则返回步骤 S300, 进行连续的一系列处理。如果这样对全部像素判断了点的形成有无, 便结束第一实施例的色调数变换处理, 返回图 4 所示的图像数据变换处理。

即使采用以上说明的变形例, 也能进行与第一实施例的色调数变换处理实际上相同的处理。如果采用这样的变形例的方法, 则能比第一实施例的方法节省中间缓冲器的容量。

15 C. 第二实施例

C-1. 第二实施例中缩短色调数变换处理的时间的原理:

在以上说明的第一实施例的色调数变换处理中, 将判断点的形成有无发生的色调误差扩散到能高速读写的寄存器等中间缓冲器中, 每次规定像素数的点的形成有无的判断结束后, 将扩散到中间缓冲器中的全部误差加在误差缓冲器中。与此不同, 在以下说明的第二实施例的色调数变换处理中, 每次判断点的形成有无时, 在一个个像素的误差缓冲器中进行加法运算。如后面所述, 如果采用第二实施例的方法, 能用比第一实施例的方法少的寄存器数实现色调数变换处理, 另外, 还能减少从寄存器等中间缓冲器写入误差缓冲器的频度。以下, 20 25 说明这样的第二实施例。

首先参照图 11, 说明第二实施例的处理原理, 即, 说明每次判断一个像素的点的形成有无时, 通过将一个像素的扩散误差加在误差缓冲器中, 进行与通常的误差扩散法实际上相同的处理的原理。图 11 中带斜线的部分表示进行了点的形成判断的像素的区域。另外, 30 为了说明的方便, 与第一实施例的情况相同的误差扩散矩阵使用图 6(a)所示的矩阵。图 11(a)表示进行像素 P00 的点的形成有无的判断, 将产生的色调误差 E00 扩散到周边像素中的情况。

这里，注意用粗虚线包围的像素 P11，除了在像素 P00 中产生的误差 E00 以外，还将在像素 P00 右邻的像素 P01 中产生的误差 E01、以及在其更右邻的像素 P02 中产生的误差 E02 分配给像素 P11（参照图 11(b)、(c)）。就是说误差从连续的 3 个像素连续地分配给一个像素。另外，在使用图 6(a)或图 6(e)所示的误差扩散矩阵的情况下，从连续的 3 个像素连续地分配误差，在使用另一矩阵、例如图 6(b)或图 6(f)所示的矩阵的情况下，从连续的 5 个像素连续地分配误差，在使用图 6()所示的矩阵的情况下，从连续的 7 个像素连续地分配误差。这样，误差从连续的像素连续地分配给各像素，所以将对每个像素分配的误差积蓄在中间缓冲器中，如果积蓄规定像素数的误差结束，则认为该像素的误差扩散暂时结束，将积蓄在中间缓冲器中的误差写入误差缓冲器中。这样，如果将被认为误差的积蓄暂时结束的中间缓冲器中的误差写入对应的像素的误差缓冲器中，则不需要将误差若干次写入相同像素的误差缓冲器中，所以能减少对误差缓冲器进行读写的频度。

图 12 是示意地表示使用中间缓冲器实现上述的原理的情况的说明图。图 12(a)表示判断像素 P00 中点的形成有无的情况。图 12(a)中右侧所示的 4 个矩形模式地表示作为各个中间缓冲器的寄存器。以下，在各寄存器上标以符号 R1、R2、R3、R4 来识别。在入目像素 P00 中发生的色调误差 E00 乘以误差扩散矩阵中设定的误差扩散系数后，扩散到各寄存器中。另外，为了避免图示的复杂化，在图 12 中，将从像素 P00 扩散到左下方的像素中的误差简略地表示为 E00_LD。误差 E00_LD 的值能通过将像素 P00 的色调误差 E00 乘以误差扩散系数 K1-1 求得。同样，将从像素 P00 扩散到正下方的像素中的误差简略地表示为 E00_D，将从像素 P00 扩散到右下方的像素中的误差简略地表示为 E00_RD，将从像素 P00 扩散到右侧的像素中的误差简略地表示为 E00_R。关于其他像素中发生的色调误差也一样，例如，将像素 P01 扩散到左下方的像素中的误差简略地表示为 E01_LD，从像素 P01 扩散到正下方的像素中的误差简略地表示为 E01_D，扩散到右下方的像素中的误差简略地表示为 E01_RD，扩散到右侧的像素中的误差简略地表示为 E01_R。另外，各寄存器右侧附带的星号表示积蓄规定像素数的误差结束了的寄存器。后面将说明星号的含义。

参照图 12(a)，说明在入目像素 P00 中产生的色调误差 E00 被积蓄在寄存器 R1 至寄存器 R4 这 4 个寄存器中的情况。4 个寄存器中的寄存器 R1 是写入了从入目像素扩散到右侧像素中的误差的寄存器。与其他 3 个寄存器不同，经常写入入目像素右侧像素的误差。在图 5. 12(a) 中，从入目像素 P00 扩散到右侧像素 P01 的误差 E00_R 的值被写入寄存器 R1 中。从入目像素扩散到左下方、正下方、右下方的各像素中各自的误差被加在其他 3 个寄存器中。如下所述，伴随入目像素的移动，依次切换某一误差加在某一寄存器中。

首先，在入目像素为像素 P00 的情况下（参照图 12(a)），从入目像素至像素 P10 的误差（从入目像素扩散到正下方的像素中的误差）被加在寄存器 R2 中。从入目像素至像素 P1-1 的误差（从入目像素扩散到左下方的像素中的误差）被加在寄存器 R3 中。从入目像素至像素 P11 的误差（从入目像素扩散到右下方的像素中的误差）被加在寄存器 R4 中。

其次，考虑入目像素移动到像素 P01 中的情况（参照图 12(b)）。入目像素即使移动，至像素 P10 的误差依然加在寄存器 R2 中。入目像素移动后，由于像素 P10 成为入目像素的左下方的像素，所以按照与入目像素的位置关系来说，从入目像素至左下方的像素中的误差加在寄存器 R2 中。换句话说，入目像素为像素 P00 时，从入目像素至正下方的像素中的误差被加在寄存器 R2 中，与此不同，如果入目像素移动到像素 P01 中，则加上从入目像素至左下方的像素中的误差。

同样，至像素 P11 的误差加在寄存器 R4 中，所以入目像素为像素 P00 时，加上从入目像素至右下方的像素中的误差，但如果入目像素移动到像素 P01 中，则加上从入目像素至正下方的像素中的误差。

关于寄存器 R3，当入目像素是像素 P00 时，加上至入目像素的左下方的像素 P1-1 的误差，但入目像素移动到像素 P01 中后，误差已经不需要向像素 P1-1 扩散。因此，将从新的入目像素 P02 至像素 P12 的误差加在寄存器 R3 中。结果寄存器 R3 也与其他寄存器一样，如果入目像素移动，则从入目像素看，加上至不同方向的误差。即，当入目像素是像素 P00 时，从入目像素至左下方的像素中的误差被加在寄存器 R3 中，但如果入目像素移动到像素 P01 中时，加上从入目像素至右下方的像素中的误差。

再者，入目像素从像素 P01 移动到像素 P02 时也一样，伴随入目像素的移动，从入目像素看至不同方向的误差加在寄存器 R2 至寄存器 R4 这 3 个寄存器中。图 12(c) 表示入目像素移动到像素 P02 时，误差从入目像素 P02 扩散到各寄存器中的情况。比较上述的图 12(b) 和图 12(c) 可知，入目像素为像素 P01 时，从入目像素至左下方的像素、右下方的像素、正下方的像素的误差加在寄存器 R2、寄存器 R3、寄存器 R4 等各寄存器中，但如果入目像素从像素 P02 移动到像素 P03 时，则从入目像素至右下方的像素、正下方的像素、左下方的像素的误差加在各寄存器中。

这样，在第二实施例的色调数变换处理中，从入目像素至右下方的像素、正下方的像素、左下方的像素的误差加在寄存器 R2 至寄存器 R4 这 3 个寄存器中，但伴随入目像素的移动，按顺序切换各个误差加在某一像素中。如果这样一边使入目像素移动，一边在各适当的时刻使各寄存器复位，依次加上误差，则如以下所述，来自连续的 3 个入目像素的误差依次积蓄在各寄存器中。以下，以寄存器 R4 为例具体说明之。

在入目像素位于像素 P00 的情况下，如图 12(a) 所示，从入目像素 P00 至右下方的像素的误差 E00_RD 加在寄存器 R4 中。如后面所述，在对误差 E00_RD 进行加法运算的时刻，由于寄存器 R4 已经复位，所以没有存储的误差。如果入目像素移动到像素 P01 中，则如图 12(b) 所示，从入目像素 P01 至正下方的像素的误差 E01_D 加在寄存器 R4 中。由于来自前一个入目像素 P01 的误差 E00_RD 已经加在寄存器 R4 中，所以除了该误差以外，还加上来自入目像素 P01 的误差 E01_D。如果入目像素移动到像素 P02 中，则如图 12(c) 所示，从入目像素 P02 至左下方的像素的误差 E02_LD 加在寄存器 R4 中。由于来自前面的入目像素 P00 及 P01 各自的误差 E00_RD 及 E01_D 已经加在寄存器 R4 中，所以除了这些误差以外，还加上来自入目像素 P02 的误差 E02_LD。其结果，在图 12(c) 中，寄存器 R4 的右侧所示的星号表示来自连续的 3 个入目像素中最后的入目像素的误差积蓄在寄存器 R4 中。这样，如果将来自连续的 3 个像素的误差积蓄在寄存器 R4 中结束，便将继续的值写入误差缓冲器中。

从上述可知，由于扩散到像素 P11 中的误差被积蓄在寄存器 R4

5 中, 所以被积蓄在寄存器 R4 中的值被写入对应于像素 P11 的误差缓冲器中. 如图 12(c)所示, 从寄存器 R4 指向误差缓冲器的空白箭头模式地表示将积蓄在寄存器 R4 中的误差写入误差缓冲器的情况. 另外, 连接误差缓冲器和像素 P11 的虚线箭头模式地表示对应于像素 P11 的误差缓冲器. 将积蓄的值写入误差缓冲器中后, 使寄存器 R4 的值复位. 在图 12(a)的说明中, 在对来自入目像素 P00 的误差进行加法运算的时刻, 之所以寄存器 R4 已经复位, 是因为在加上了来自当前的入目像素 P0-1 的误差的时刻, 来自连续的 3 个像素的误差被存储在寄存器 R4 中, 寄存器 R4 已被复位所致.

10 其次, 注意并说明寄存器 R3. 如图 12(a)所示, 在对来自入目像素 P00 的误差进行加法运算的时刻, 来自连续的 3 个入目像素 P0-2、P0-1、P00 的误差被存储在寄存器 R3 中. 寄存器 R3 的右侧所示的星号表示如果积蓄来自入目像素 P00 的误差, 则积蓄来自连续的 3 个入目像素的误差. 因此, 在加上了来自入目像素 P00 的误差后, 将积蓄在寄存器 R3 中的值写入误差缓冲器中. 由于存储在寄存器 R3 中的误差是至像素 P11 的误差, 所以积蓄的误差写入对应于像素 P1-1 的误差缓冲器中. 这样, 如果将积蓄的误差写入了误差缓冲器中, 便使寄存器 R3 的值复位.

15

20 这里, 如果对使寄存器 R3 复位的时刻和使上述的寄存器 R4 复位的时刻进行比较, 则寄存器 R4 在加上来自入目像素 P00 的误差之前、即加上来自入目像素 P0-1 的误差之后被复位. 因此, 寄存器 R3 相对于寄存器 R4 延迟一个入目像素被复位.

25 如图 12(b)所示, 如果入目像素从像素 P00 移动到像素 P01, 则新的像素 P12 代替此前的像素 P1-1 被分配给寄存器 R3. 由于像素 P12 是相对于入目像素 P01 位于右下方的像素, 所以从入目像素扩散到右下方的像素的误差 E01_RD 被加在寄存器 R3 中. 由于寄存器 R3 中的值先被复位, 所以在对来自入目像素 P01 的误差进行加法运算的时刻, 寄存器 R3 中没有进行加法运算的误差. 如图 12(c)所示, 如果入目像素移动到像素 P02 中, 则在寄存器 R3 中, 从入目像素扩散到正下方的像素的误差 E02_D 被加在已经进行了加法运算的误差 E01_RD 上进行加法运算. 另外, 在入目像素移动到下一个像素 P03 的时刻, 来自像素 P01 至像素 P03 的连续的 3 个入目像素的误差积蓄在寄存器

30

R3 中，积蓄在寄存器 R3 的值被写入误差缓冲器中。上述的寄存器 R4 中积蓄的误差在加上了来自入目像素 P02 的误差之后，被写入误差缓冲器中，但关于寄存器 R3 要延迟一个像素部分，加上来自入目像素 P03 的误差之后被写入误差缓冲器中。

5 寄存器 R2 相对于寄存器 R3 还要再延迟一个入目像素的时刻。即，如图 12(a)所示，关于寄存器 R3，在加上了来自入目像素 P00 的误差后，存储在寄存器中的值被写入误差缓冲器中，寄存器被复位，但关于寄存器 R2，在加上了来自入目像素 P01 的误差后，存储在寄存器中的值被写入误差缓冲器中，寄存器被复位。

10 这样，在入目像素每次移动时，来自连续的 3 个入目像素的误差依次存储在寄存器 R2 至寄存器 R4 这 3 个寄存器中，依次被写入误差缓冲器中。

15 如上所述，4 个寄存器中，如果寄存器 R1 存储下一个像素的点的形成有无的判断中使用的误差，寄存器 R2 至寄存器 R4 这 3 个寄存器用来依次积蓄色调误差，则判断一个像素的点的形成有无时，从连续的 3 个像素的误差的积蓄结束了的像素开始，能写入一个一个像素的误差缓冲器中。

C-2. 第二实施例的色调数变换处理：

20 图 13 是表示以上说明的第二实施例的色调数变换处理的流程的流程图。该处理也与第一实施例的色调数变换处理一样，由计算机 100 的 CPU102 进行。另外，在以下的说明中，不特定墨的颜色或点的大小，对各种颜色或各种大小的点进行同样的处理。以下，按照图 13 中的流程图，以与第一实施例的色调数变换处理不同之处为中心，说明第二实施例的色调数变换处理。

25 如果开始第二实施例的色调数变换处理，则从 RAM106 读入入目像素的图像数据 Cd 和扩散误差 Ed (步骤 S400)。接着，通过将图像数据 Cd、扩散误差 Ed、以及存储在寄存器 R1 中的误差相加，算出修正数据 Cx (步骤 S402)。如果算出了修正数据 Cx，寄存器 R1 便复位 (步骤 S404)。对这样获得的修正数据 Cx 和规定的阈值 th 进行比较 (步骤 S406)，如果修正数据大，则断定形成点，将意味形成点的值“1”写入表示判断结果的变数 Cr1 中 (步骤 S408)。如果不是这样，则断定不形成点，将意味不形成点的值“0”写入变数 Cr1 中 (步骤

S410)。

这样如果判断了点的形成有无，与此相伴随算出发生的色调误差 E (步骤 S412)。与第一实施例一样，通过从修正数据 C_x 减去入目像素的结果值 (由于形成点、或由于不形成点而用入目像素表现的色调值，求色调误差 E。

其次，将按照误差扩散矩阵固定在每个像素位置的规定的误差扩散系数和在步骤 S412 中求得的色调误差 E 相乘，将在每个像素位置求得的误差加在各寄存器中。首先，将从入目像素扩散到右邻的像素中的误差加在寄存器 R1 中 (步骤 S414)。其次，将各自的误差加在寄存器 R2 至寄存器 R4 这 3 个寄存器中。在这 3 个寄存器中，在加法运算中来自连续的入目像素的第三个像素的误差的寄存器、即图 12 中用星号表示的寄存器中，预先设定标志。将扩散到入目像素的左下方的像素中的误差加在这样设定标志的寄存器中 (步骤 S416)。如图 6(a) 中的误差扩散矩阵中所示，将色调误差 E 和误差扩散系数 K_{1-1} 相乘的值分配给入目像素左下方的像素。将应分配给入目像素的正下方的像素的误差加在加上了误差的 3 个寄存器中设定了标志的寄存器的前一个寄存器中 (步骤 S418)。将色调误差 E 和误差扩散系数 K_{10} 相乘，能求得分配给入目像素的正下方的像素的误差。这里，所谓设定了标志的寄存器的前一个寄存器，例如，如图 12(a) 所示，在寄存器 R3 上设定了星号的情况下，是指寄存器 R2，如图 12(b) 所示，在寄存器 R2 上设定了星号的情况下，是指寄存器 R4。将应分配给入目像素的右下方的像素的误差、即色调误差 E 和误差扩散系数 K_{11} 相乘的值加在 3 个寄存器中的剩余的寄存器中 (步骤 S420)。

如果这样将色调误差 E 乘以规定的误差扩散系数所得的值加在了各寄存器中，则将积蓄在设定了标志的寄存器中的扩散误差写入对应于入目像素的左下方的像素的误差缓冲器中 (步骤 S422)。例如，如图 12(c) 所示，在入目像素位于像素 P02 的情况下，将误差写入对应于像素 P11 的位置的误差缓冲器中。从像素 P00、像素 P01、以及像素 P02 各个像素分配的误差积蓄在设定了标志的寄存器 R4 中，与图 5 所示的通常的误差扩散法相比较，可知在第二实施例的处理中，实际上也能进行相同的处理。这样，如果将积蓄的误差写入了误差缓冲器中，则为了积蓄新分配的误差，使寄存器复位 (步骤 S424)。

如上处理后，如果对一个入目像素的处理结束，则使标志移动到现在寄存器的前一个寄存器上后（步骤 S426），判断对全部像素的处理是否结束（步骤 S428），如果还有未处理的像素，则返回步骤 S400，反复进行连续的一系列处理，直至全部像素的处理结束为止。如果全部像素的处理结束，退出第二实施例的色调数变换处理，返回图 4 所示的图像数据变换处理。

另外，在步骤 S414 中，也可以将误差写入寄存器 R1 中，以代替加在寄存器 R 中。如果这样处理，则在步骤 S404 中能省略使寄存器 R1 复位的处理，所以这样做好。同样，在步骤 S420 中如果将把误差加在剩余的寄存器中的处理变更成写入处理，则在步骤 S424 中能省略使寄存器复位的处理，所以这样做好。

以上，在说明的第二实施例的色调数变换处理中，每次判断一个像素的点的形成有无时，将一个像素的扩散误差写入误差缓冲器中即可。因此，相对于通常的误差扩散法来说，能极大地缩短使误差扩散到误差缓冲器中用的时间。如上所述，在色调数变换处理中采用通常的误差扩散法的情况下，误差扩散所需要的时间在色调数变换处理所需要的时间中占有较大的比例。因此，如果采用第二实施例的色调数变换处理，则能缩短处理时间，进而能迅速地印刷图像。

另外，即使在采用上述的第一实施例的色调数变换方法的情况下，也能缩短使误差扩散所需要的时间，但如果采用第二实施例的方法，能更有效地缩短误差的扩散时间。即，与通常的误差扩散法相比时，在采用上述的第一实施例的方法的情况下，每进行一次点的形成判断时，以 2.5 个像素的频度将误差加在误差缓冲器中即可，但如果采用第二实施例的方法，则每进行一次点的形成判断时，能将写入误差的频度减少到一个像素。另外，在图 7 所示的第一实施例的情况下，作为中间缓冲器虽然使用了 6 个寄存器，但在第二实施例的方法的情况下，只使用 4 个寄存器，能将 CPU102 中节省的寄存器用作其他目的。

C-3. 变形例

在上述的第二实施例的色调数变换处理中，虽然将入目像素中发生的误差积蓄在 4 个寄存器中，但其中的寄存器 R1、以及其他 3 个寄存器 R2 至寄存器 R4 的使用方法有些不同。即，关于寄存器 R1，虽然

通常能写入应分配给入目像素右邻的像素的误差，但关于其他 3 个寄存器，相对于入目像素的相对位置不一定，入目像素移动时而移动。

与此不同，如图 14 所示，也可以使对应于各寄存器的像素位置相对于入目像素固定。即，例如也可以这样进行：应分配给入目像素右邻的像素的误差经常被写入寄存器 R1 中，应分配给入目像素右下方的像素的误差经常加在寄存器 R2 中，应分配给入目像素正下方的像素的误差经常加在寄存器 R3 中，应分配给入目像素左下方的像素的误差经常加在寄存器 R4 中。这样，使各寄存器和入目像素的位置关系固定，如后面所述，与入目像素的移动一致地使积蓄在各寄存器中的误差移动替换到排成顺序的寄存器中。如果这样做，则将经常积蓄在同一个寄存器中的误差写入误差缓冲器中即可，所以能简化将扩散误差从寄存器写入误差缓冲器中的处理。另外，个寄存器中使用的误差扩散系数也经常为同一值，所以还能简化根据入目像素中发生的色调误差算出加在各寄存器中的误差的处理。

以下，参照图 15 简单地说明作为这样的第二实施例的变形例的色调数变换处理。图 15(a)表示判断入目像素 P00 的点的形成有无的状态。图中右侧所示的 4 个矩形模式地表示各寄存器。应经常分配给入目像素右侧的像素的误差被写入寄存器 R1 中。另外，应经常分配给入目像素右下方的像素的误差被加在寄存器 R2 中，应经常分配给入目像素正下方的像素的误差被加在寄存器 R3 中，应经常分配给入目像素左下方的像素的误差被加在寄存器 R4 中。

这样，由于应分配给相对于入目像素经常处于同意位置的像素的误差加在各寄存器中，所以各自的误差扩散系数经常为同一值。即，寄存器 R1 的误差扩散系数经常是扩散到入目像素右侧的像素的误差扩散系数 K01，寄存器 R2 的误差扩散系数经常是扩散到入目像素右下方的像素的误差扩散系数 K11（参照图 6）。同样，寄存器 R3 的误差扩散系数经常是 K10，寄存器 R4 的误差扩散系数经常是 K1-1。这样，由于各寄存器的误差扩散系数经常为同一值，所以能容易地根据入目像素中发生的色调误差，算出应加在各寄存器中的误差。

如果将入目像素中发生的色调误差 E00 加在了各寄存器中，则进行将积蓄在寄存器 R4 中的误差的值写入误差缓冲器中的处理，与此同时，使积蓄在各寄存器中的值移动到一个一个的寄存器中。即，使

寄存器 R3 中的值移动到寄存器 R4 中，使寄存器 R2 中的值移动到寄存器 R3 中（参照图 15(a) 的下方）。

如果以上的处理结束，接着使入目像素移动到像素 P01 中，再进行同样的处理。如果将入目像素 P01 中发生的色调误差 E01 乘以规定的误差扩散系数后加在了各自的寄存器中，则进行将寄存器 R4 中积蓄的值写入误差缓冲器中的处理。首先，进行使存储在各寄存器中的值一个一个移动的处理，所以如图 15(b) 所示，在将误差加在各寄存器中的处理结束的时刻，来自 3 个像素的误差经常被积蓄在寄存器 R4 中。因此，在第二实施例的变形例中，经常将积蓄在同一寄存器中的误差写入误差缓冲器中即可。因此，能简化将扩散误差从寄存器写入误差缓冲器中的处理。另外，在图 15 所示的处理中，虽然新增加了使积蓄在各寄存器中的误差在寄存器中移动的处理，但使这样的寄存器之间的值移动的处理能非常迅速地进行，所以由此引起的处理时间的增加很小。

在上述的第二实施例的色调数变换处理或第二实施例的变形例的色调数变换处理中，为了避免说明变得复杂，所有的误差扩散矩阵都采用误差的扩散范围最窄的图 6(a) 中的矩阵进行了说明。可是，所使用的误差扩散矩阵不限于图 6(a) 中的矩阵，虽然也可以使用其他矩阵。另外，与第一实施例的情况相同，通过灵活地使用高速缓冲存储器，实际上也能进行同样的处理。

另外，在第二实施例的色调数变换方法中，不需要将应扩散到周边像素中的中间的扩散误差加在寄存器中，而将色调误差本身存储在中间缓冲器中，每次存储新的色调误差时，算出应写入误差缓冲器中的最后的扩散误差即可。由于存储在寄存器中的值是积蓄中的扩散误差、或是色调误差不同的误差被写入误差缓冲器中的误差成为相同的值，所以这样的方法实际上能进行相同的处理。

D. 第三实施例：

在以上说明的各实施例中，虽然说明了经常使用相同的误差扩散矩阵来扩散误差，但在现实的色调数变换处理中，根据图像质量上的要求，有时交替地使用图 6(a) 所示的扩散范围窄的误差扩散矩阵、以及图 6(c) 所示的扩散范围宽的矩阵。

即，在误差扩散法中，为了防止用特定的周期图形形成点，随机

交替地使用多种误差扩散矩阵。另外，在特开平 7-226841 号中公开了这样的技术：在图像数据的色调值比规定的阈值充分小、而且断定形成点的情况下，通过使用扩散范围宽的误差扩散矩阵来扩散误差，以改善点密度稀疏的区域的点的分散性。这样做，虽然省略了说明能改善点的分散性的理由，但这里，按照特开平 7-226841 号中公开的技术，在图像数据的色调值比规定的阈值 th 充分小、而且断定形成点的情况下，使用图 6(c)所示的误差扩散范围宽的矩阵，在除此以外的情况下，使用图 6(a)所示的误差扩散范围窄的矩阵。在这样的情况下，如果采用以下说明的第三实施例的方法，则能有效地缩短色调数变换处理所需要的时间。

图 16 是表示一边切换两个误差扩散矩阵，一边进行色调数变换处理的流程的流程图。以下，按照图 16 中的流程，说明第三实施例的色调数变换处理。另外，与上述的各实施例的色调数变换处理一样，为了避免说明的复杂化，说明时不区分点的颜色和点的大小，而对各色墨、或各种大小的点进行以下处理。

一旦开始第三实施例的色调数变换处理，首先读出入目像素的图像数据 Cd 和扩散误差 Ed (步骤 S500)。图像数据 Cd 和扩散误差 Ed 被存储在 RAM106 中。将来自寄存器 R1 中存储的左邻像素的误差和图像数据 Cd 及扩散误差 Ed 相加，算出修正数据 Cx (步骤 S502)。对求得的修正数据 Cx 和规定的阈值 th 进行比较 (步骤 S504)，如果修正数据 Cx 大，则断定在入目像素中形成点 (步骤 S504: 是)，将意味形成点的值“1”写入表示判断结果的变数 Cr 中后 (步骤 S506)，通过形成了点，算出入目像素中产生的色调误差 (步骤 S508)。如果修正数据 Cx 比规定的阈值 th 小 (步骤 S504: 否)，则将意味不形成点的值“0”写入表示判断结果的变数 Cr 中 (步骤 S510)，从而算出入目像素中产生的色调误差 (步骤 S512)。

在入目像素中形成了点的情况下，对入目像素的图像数据 Cd 和切换误差扩散矩阵用的规定的阈值 thm 进行比较 (步骤 S514)。在图像数据 Cd 比阈值 thm 小的情况下 (步骤 S514: 否)，由于考虑到在图像数据小的区域还未形成点，所以按照误差扩散范围大的误差扩散矩阵 (这里，如图 6(c)所示的矩阵) 设定各自的误差扩散系数 (步骤 S516)。即如图 6(c)所示，将 1/4 设定在入目像素正下方的像素的

误差扩散系数 K_{10} 中，在入目像素右邻的像素、右下方的像素、以及左下方的像素各自的误差扩散系数 K_{01} 、 K_{11} 、 K_{1-1} 中设定 $1/8$ 。在距离入目像素更远的误差扩散系数 K_{02} 、 K_{03} 、 K_{12} 、 K_{13} 、 K_{1-2} 、 K_{1-3} 中设定 $1/16$ 。

其次，关于距离入目像素远的 6 个像素，将色调误差和各像素的误差扩散系数相乘的值直接加在各自的误差缓冲器中（步骤 S518）。用图 17 对此进行说明。图 17 表示对入目像素 P_{00} 判断点的形成有无，其结果发生了色调误差 E_{00} 的状态。该色调误差 E_{00} 利用图 6(c) 所示的误差扩散矩阵扩散到大的范围。即，通常使误差扩散到图 17 中用粗虚线包围的 4 个像素中，但像素 P_{00} 的色调误差 E_{00} 也扩散到虚线外侧的像素 P_{02} 、像素 P_{03} 、像素 P_{12} 、像素 P_{13} 、像素 P_{1-2} 、以及像素 P_{1-3} 这 6 个像素中。在步骤 S518 中，将色调误差 E_{00} 和各个像素的误差扩散系数相乘的值直接加在各像素的误差缓冲器中。

如果将误差加在远方像素的误差缓冲器中，则将误差扩散到位于虚线内侧的各像素的寄存器中（步骤 S522）。即，在第三实施例的色调数变换处理中，关于入目像素的远方像素，将误差直接加在误差缓冲器中，但关于入目像素周边的各像素，与上述的第一实施例或第二实施例相同，利用中间缓冲器扩散误差。以下，以按照第二实施例的变形例的方法使误差扩散的情况为例、即以将误差加在相对于入目像素经常位于同一位置关系的像素中的情况为例进行说明。

首先，用扩散到入目像素的右侧像素的误差扩散系数 K_{01} 和色调误差 E_{00} 相乘的值，更新寄存器 R_1 的值。其次，将误差扩散系数 K_{11} 和色调误差 E_{00} 相乘的值加在寄存器 R_2 中，将误差扩散系数 K_{01} 和色调误差 E_{00} 相乘的值加在寄存器 R_3 中，将误差扩散系数 K_{1-1} 和色调误差 E_{00} 相乘的值加在寄存器 R_4 中（参照图 15(a)）。在步骤 S522 中进行以上的处理。接着，进行将存储在寄存器 R_4 中的值加在对应的像素的误差缓冲器中的处理（步骤 S524）。如图 17 所示，这里由于入目像素是像素 P_{00} ，所以将寄存器 R_4 的值加在像素 P_{1-1} 的误差缓冲器中即可。如果加在误差缓冲器中的处理结束，则使积蓄在寄存器 R_3 中的值移动到寄存器 R_4 中，使积蓄在寄存器 R_2 中的值移动到寄存器 R_3 中（步骤 S526）。在进行了使个寄存器中的值移动的处理后，使寄存器 R_2 的值复位（步骤 S528）。

5 另一方面，在入目像素中不形成点的情况下（步骤 S504：否）、或者即使在入目像素中形成点，但图像数据 C_d 比规定的阈值 th_m 大的情况下（步骤 S514：是），按照误差扩散范围窄的矩阵（这里为图 6(a) 所示的矩阵），设定各自的误差扩散系数（步骤 S518）。即，按照图 6(a) 中的误差扩散矩阵，在入目像素周边的 4 个像素的误差扩散系数中设定 1/4。通过用这样设定的误差扩散系数，进行上述的步骤 S522 至步骤 S528 的处理，将积蓄在寄存器 R4 中的误差加在误差缓冲器中。

10 如上处理后判断入目像素的点的形成有无，如果将一个像素的扩散误差写入了误差缓冲器中，则判断是否所有的像素的处理结束（步骤 S530）。在还有未处理的像素的情况下，再返回步骤 S500，从 RAM106 读出新的入目像素的图像数据和扩散误差，用这些值和寄存器 R1 中存储的误差，算出修正数据 C_x （步骤 S502）。以后，反复进行以上这样的一系列处理，直到没有未处理的像素为止，如果对全部像素的处理结束，退出第三实施例的色调数变换处理，返回图 4 所示的图像数据变换处理。

15

20 如果采用上述的第三实施例的方法进行色调数变换处理，则在一边切换扩散范围大的误差扩散矩阵和扩散范围小的误差扩散矩阵，一边进行色调数变换处理的情况下，能有效地缩短处理时间。即，在使用图 6(c) 所示的扩散范围大的误差扩散矩阵的情况下，如果将所有的误差积蓄在寄存器中，则需要多个寄存器。参照图 17 来说明，就是使用位于用虚线包围的范围的内侧的 4 个像素的寄存器、以及虚线外侧的 6 个像素的寄存器共计 10 个像素的寄存器。为了将误差加在这些寄存器中，即使采取使用标志的第二实施例的方法、或是使寄存器的值移动的第二实施例的变形例的方法，如果寄存器的数量太多，操作寄存器需要时间，使得总的处理时间增加。

25

30 与此不同，如果采用上述的第三实施例的方法，则即使在采用例如在非常大的范围内使误差扩散的矩阵的情况下，也不会增加对误差进行加法运算的寄存器的数量，而能进行色调数变换处理，所以在总体上能简化处理，能避免增加处理时间。

特别是如上所述，在图像数据的色调值非常小、而且断定了形成点的情况下，使用扩散范围大的误差扩散矩阵。如果图像数据的色调

5 值非常小，则断定形成点的概率小，所以可以说扩散范围大的误差扩散矩阵是使用频度低的矩阵。因此，在必须使误差在极其大的范围内扩散的情况下，即使多少花费一些时间，也能将误差直接加在误差缓冲器中，在不需要在这么大的范围内扩散的通常的情况下，使用中间缓冲器使误差迅速扩散，在总体上能迅速地进行色调数变换处理。另外，
 10 在大范围内扩散的情况下，如果将误差直接加在远方像素的误差缓冲器中，则能节省作为中间缓冲器使用的寄存器，能将剩余的寄存器用于其他处理，能更有效地进行处理。

15 另外，在上述的第三实施例中，虽然只是在切换误差扩散矩阵，选择扩散范围大的误差扩散矩阵的情况下，才使远方像素的直接误差扩散，但并非限于进行矩阵切换的情况。例如，在使用的误差扩散矩阵是扩散范围大的矩阵的情况下，也可以使直接误差扩散并存储在远方的像素中，通过使用中间缓冲器，根据规定像素数的色调误差，使误差集中地扩散到附近的像素中。如果这样做，由于使误差集中地扩散并存储，所以能节省必要的中间缓冲器。

20 另外，在以上说明的第三实施例中，通过使用中间缓冲器，根据规定像素数的色调误差，使扩散误差集中扩散并存储在周边像素中，在这样的方法中，当然能应用作为第一实施例至第二实施例说明的各种方法。

E. 第四实施例：

25 上述的各种实施例的方法最后都是将色调误差分配给周边像素的误差缓冲器。从该意思来说，可以考虑类似于称为所谓的误差扩散法的方法。当然，如称为所谓的平均误差最小法所述，将由于判断点的形成有无而发生的色调误差存储在入目像素中，在判断未判断像素的点的形成有无时，从周边像素读出色调误差，进行点的形成判断时，通过使用中间缓冲器，能缩短点的形成判断所需要的时间。以下，说明用这样的方法进行色调数变换处理的第四实施例。

E-1. 在第四实施例中缩短色调数变换处理的时间的原理：

30 图 18 是表示在第四实施例的方法中，通过使用中间缓冲器，缩短点的形成有无的判断所需要的时间的原理的说明图。图 18(a)表示对入目像素 P00 判断点的形成有无的情况。作为说明第四实施例的方法的准备，用图 18(a)简单地说明称为所谓的平均误差最小法的方

法。

在平均误差最小法中，将由于判断点的形成有无而产生的色调误差存储在对应于该像素的误差缓冲器中。按照图 18(a)对其进行说明，在左侧的图中例如有“E0-1”者表示在像素 P0-1 中发生的色调误差，通过在像素 P0-1 的框内显示 E0-1，模式地表示色调误差 E0-1 存储在像素 P0-1 的误差缓冲器中。另外，图中带斜线者表示点的形成判断已结束。如图所示，在平均误差最小法中，在点的形成有无的判断已结束的像素中存储着各自的色调误差。在对未判断的入目像素 P00 判断点的形成有无的情况下，从周边的判断完了的像素中读出各自的色调误差，一边考虑这些误差，一边判断入目像素 P00 的点的形成有无。更详细地说，如图 19 中示出的几个例所示，根据周边像素相对于入目像素的相对位置，预定规定的加权系数，将从周边的各像素读出的误差乘以规定的加权系数，用该乘得的值修正入目像素的图像数据，算出修正数据。另外，图 19 中带斜线的像素是入目像素，各像素中显示的数值是该像素中设定的加权系数。通过对这样求得的修正数据和规定的阈值进行比较，判断入目像素的点的形成有无。如果对入目像素判断了点的形成有无，则算出由此产生的色调误差，将算出的色调误差存储在入目像素的误差缓冲器中。在平均误差最小法中，通过反复进行以上的处理，对每个像素进行点的形成有无的判断。

如上所述，为了用平均误差最小法判断点的形成有无，每次进行一个画面的判断时，必须从误差缓冲器读出多个像素的色调误差，需要花费判断点的形成有无用的某种程度的时间。

与此不同，在以下说明的第四实施例的色调数变换处理中，一边进行在数学上与上述的平均误差最小法等效的处理，一边使用中间缓冲器，能迅速地判断点的形成有无。以下，参照图 18，通过与上述的平均误差最小法对比，说明第四实施例的色调数变换处理中缩短处理时间的原理。另外，为了避免说明的复杂化，以下，按照图 19(a)所示的加权系数的设定，考虑周边像素的色调误差。

图 18(a)是表示第四实施例的色调数变换处理中判断入目像素 P00 的点的形成有无的情况。判断入目像素 P00 的点的形成有无时，与上述的平均误差最小法一样，使用在像素 P-1-1 中发生的色调误差

5 E-1-1、在像素 P-10 中发生的色调误差 E-10、在像素 P-11 中发生的色调误差 E-11、以及在像素 P0-1 中发生的色调误差 E0-1。图 18(a)右侧的 4 个矩形模式地表示作为中间缓冲器使用的 4 个寄存器。为了说明的方便，这里在各寄存器上分别带上符号 R1、R2、R3、R4，以示区别。

10 相对于入目像素位于规定的位置关系的像素的色调误差被写入各寄存器中。即，入目像素右上方的像素的色调误差经常存储在寄存器 R1 中，入目像素正上方的像素的色调误差存储在寄存器 R2 中，入目像素左上方的像素的色调误差存储在寄存器 R3 中，左邻像素的色调误差存储在寄存器 R4 中。后面将说明将各自的色调误差存储在各寄存器中的处理。

15 在第四实施例的色调数变换处理中，考虑存储在这 4 个寄存器中的各像素的色调误差、以及预先在每个像素中设定的加权系数，算出入目像素的修正数据。就是说，在上述的平均误差最小法中，从误差缓冲器读出各像素的色调误差，与此不同，这里预先存储在各寄存器中，在这一点上有很大不同。通过对这样求得的修正数据和规定的阈值进行比较，判断入目像素的点的形成有无。如果断定了点的形成有无，则接着算出入目像素 P00 的色调误差 E00。通过取得修正数据和入目像素的结果值的差，能求得色调误差。

20 这样，如果求得入目像素的色调误差 E00，则为了判断新的入目像素的点的形成有无，对各寄存器增加图 18 所示的操作。首先，将存储在寄存器 R4 中的误差写入误差缓冲器中。如用图 18(a)说明的那样，在入目像素左邻的像素中产生的色调误差经常被存储在寄存器 R4 中，所以将寄存器 R4 的值写入入目像素左邻的像素的误差缓冲器中。其次，将先前求得的像素 P00 的色调误差 E00 写入寄存器 R4 中。再使寄存器 R2 中的值移动到寄存器 R3 中，使寄存器 R1 中的值移动到寄存器 R2 中。即，对应于入目像素从像素 P00 移动到右邻的像素 P01 中，使各寄存器的值移动。由于只在 CPU102 内部的寄存器之间使数据移动，所以能极迅速地进行这些处理。最后，从误差缓冲器中读出新的入目像素右上方的像素的色调误差，存入寄存器 R1 中。

30 通过增加以上的操作，存储在各寄存器中的值从图 18(a)右侧所示的状态变成图 18(c)的状态。对图 18(a)和图 18(c)进行比较可知，

5 存储在图 18(c) 的各寄存器中的值在图 18(a) 中变成使入目像素从像素 P00 变更成像素 P01 时的各寄存器的值。因此，如果反复进行以上的处理，则能依次进行新的像素的点的形成判断。这样，在第四实施例的方法中，由于连续使用的色调误差存储在寄存器中，所以能极大地减少从误差缓冲器中读出色调误差的频度。

E-2. 第四实施例的色调数变换处理：

10 以下，简单地说明实际上进行上述的第四实施例的色调数变换处理用的处理流程。图 20 是表示第四实施例的色调数变换处理的流程的流程图。另外，与上述的各种实施例的色调数变换处理一样，为了避免说明的复杂化，以下不特定墨的种类和点的大小进行说明，对每15 一种颜色或各种大小的点进行同样的处理。

15 一旦开始第四实施例的色调数变换处理，首先读出入目像素的图像数据 Cd (步骤 S600)，接着从误差缓冲器读出入目像素右上方的像素的色调误差，存储在寄存器 R1 中 (步骤 S602。其结果，如用图 18 说明的那样，入目像素周边的各像素的色调误差被存储在各寄存器中。)

20 其次，在每个寄存器中对存储在各寄存器中的误差和规定的加权系数进行乘法运算，算出入目像素的修正数据 Cx (步骤 S604)。如图 19 所示，在入目像素周边的像素中，对每个像素确定规定的加权系数，所以在每个寄存器中对这些规定的加权系数和存储的误差进行乘法运算，通过将获得的各个计算值和先前读出的图像数据 Cd 相加，算出入目像素的修正数据 Cx。对这样求得的修正数据和规定的阈值 th 进行比较 (步骤 S606)。如果修正数据 Cx 大，则断定在入目像素中形成点，将意味形成点的值“1”写入表示判断结果的变数 Cr 中 (步骤 S608)，如果不是这样，则写入意味不形成点的值“0”(步骤 S610)。接着，根据这样的判断结果，算出入目像素中产生的色调误差 (步骤 S612)。与上述的各种实施例一样，从入目像素的修正数据中减去结果值，求得色调误差。

30 如果如上求得入目像素的色调误差，则象用图 18(b) 说明的那样，对各寄存器施以如下一系列的操作。首先，将存储在寄存器 R4 中的色调误差写入误差缓冲器中 (步骤 S614)。其次，将在步骤 S612 中求得的色调误差写入寄存器 R4 中 (步骤 S616) 接着，使寄存器 R2

中的值移动到寄存器 R3 中 (步骤 S618)，使寄存器 R1 中的值移动到寄存器 R2 中 (步骤 S620)。

如果以上的寄存器的操作结束，则对全部像素判断点的形成判断是否结束 (步骤 S622)，如果还有未判断的像素，则返回步骤 S600，反复连续地进行一系列的处理，直至对全部像素的处理结束为止。如果判断了所有的像素的点的形成有无，则退出第四实施例的色调数变换处理，返回图 4 所示的图像数据变换处理。

在以上说明的第四实施例的色调数变换处理中，每次判断一个像素的点的形成有无时，从误差缓冲器中只读出一个像素的色调误差即可。在采用平均误差最小法的情况下，如上所述，进行一个像素的判断时，需要从误差缓冲器读出 4 个像素的扩散误差，两者相比较，在第四实施例的情况下，能减少对误差缓冲器进行数据读写的频度，从而能迅速地进行色调数变换处理。当然，第四实施例的方法和平均误差最小法在数学上进行完全等效的处理，如果采用第四实施例的方法，则与采用平均误差最小法的情况一样，能获得高质量的图像。

另外，在上述的第四实施例中，说明了设定图 19(a) 中例示的值作为加权系数的设定。实际的加权系数不限定于图 19 中例示的设定，不用说，能根据图像质量的要求进行各种设定。另外，在上述的第四实施例中，对应于采用图 19(a) 中例示的设定，作为中间缓冲器使用 4 个寄存器，但当然根据所使用的加权系数的设定，有时需要更多的寄存器。

另外，在上述的第四实施例中，说明了采用安装在 CPU102 内的寄存器作为中间缓冲器，但不限于寄存器，当然也可以使用高速缓冲存储器等能高速读写的存储元件。

以上，虽然说明了各种实施例，但本发明不限于上述所有的实施例，在不脱离其要旨的范围内能用各种形态实施。

例如，在上述的各种实施例中，说明了根据各像素的修正数据和规定的阈值的大小关系，判断点的形成有无。当然，判断点的形成有无的方法不限于上述的方法，能采用众所周知的各种方法。

另外，在上述的各种实施例中，为了避免说明的复杂化，作为一种形成点的种类，说明了在各像素中只取得形成点、或不形成点的两种状态。当然，也可以形成点的大小或墨的浓度不同的多种点。例如，

5 也可以形成大小不同的两种点，然后判断点的形成有无。即，设定两个阈值 $th1$ 和 $th2$ （假设 $th1 > th2$ ），如果像素的修正数据比阈值 $th1$ 大，则断定形成点，如果比阈值 $th1$ 小且比阈值 $th2$ 大，则断定形成小点，在比阈值 $th2$ 小的情况下，断定不形成点。从该像素的修正数据中减去结果值，能算出各像素中发生的色调误差。

10 另外，再以上的各实施例中，在理论上对每个像素准备误差缓冲器，但实际上只准备几个光栅的误差缓冲器，判断了点的形成有无的像素的误差缓冲器被借来用作另一像素的误差缓冲器。为了避免说明的复杂化，在上述的各种实施例中，虽然说明了如同准备了全部像素的误差缓冲器，但即使反复使用几个光栅的误差缓冲器，当然也没关系。

15 另外，也可以通过通信线路，将实现上述功能的软件程序（应用程序）供给计算机系统的主存储器或外部存储装置执行。当然，读入存储在 CD-ROM 或软盘中的软件程序后执行也没关系。

20 另外，在上述的各种实施例中，虽然说明了在计算机中执行的包括色调数变换处理的图像数据变换处理，但在打印机一侧、或利用专用的图像处理装置执行图像数据变换处理的一部分或全部也没关系。

另外，图像显示装置未必限定于在印刷媒体上形成墨点来印刷图像的印刷装置，例如，即使是通过使亮点以适当的密度分散在液晶显示画面上，表现色调连续变化的图像的液晶显示装置也没关系。

01·09·30

说 明 书 附 图

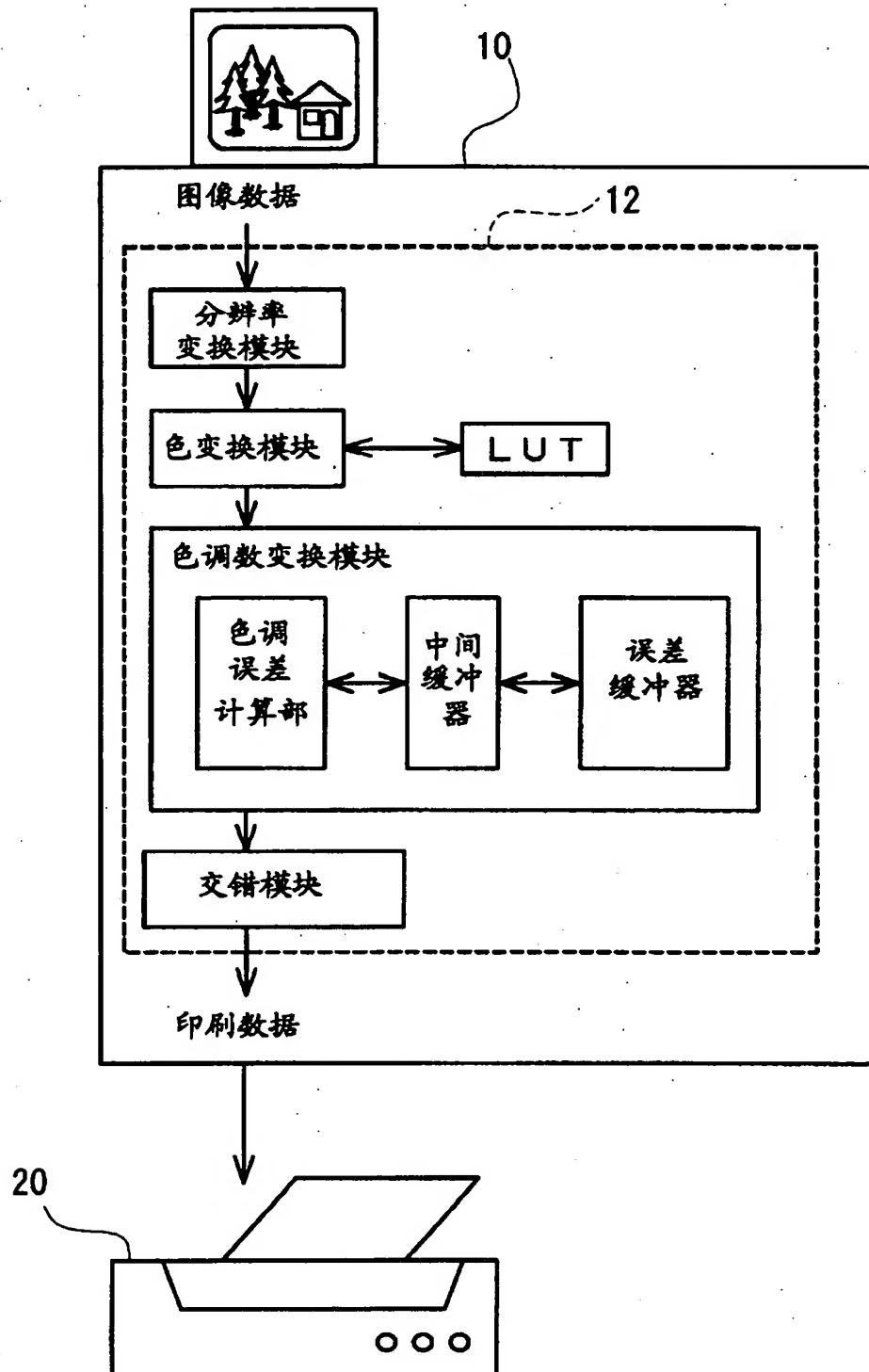


图 1

01-09-30

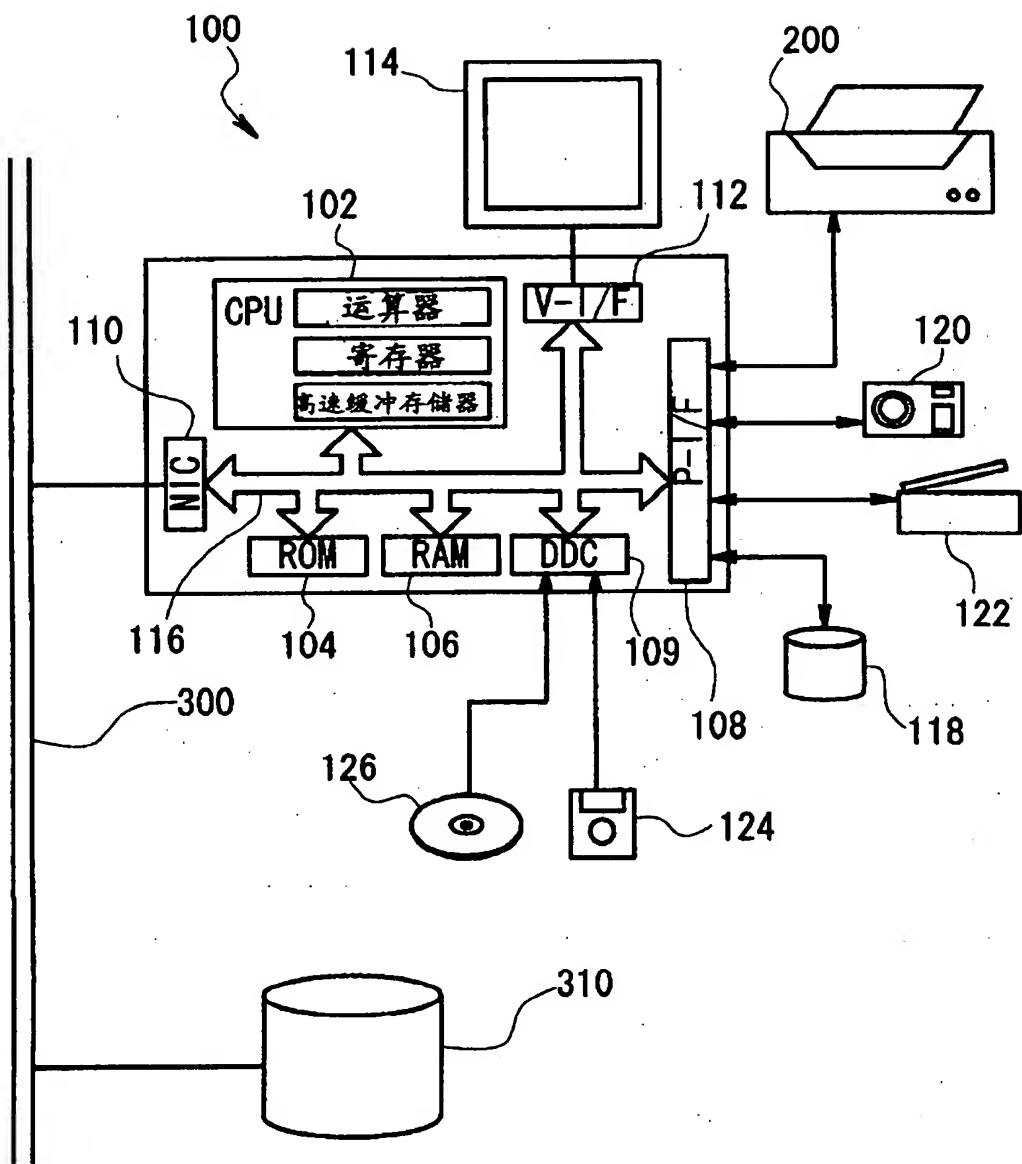


图 2

01.09.30

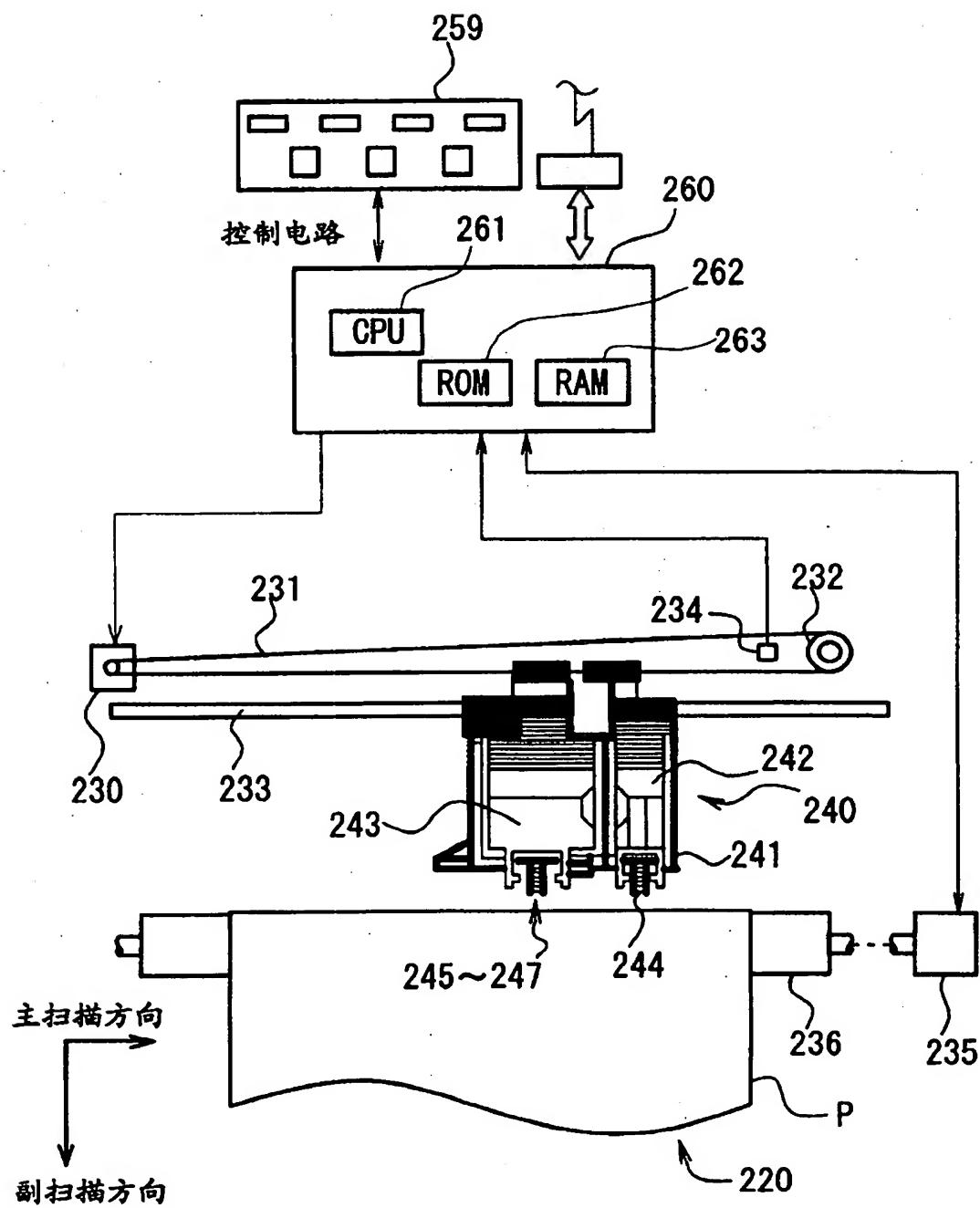


图 3

01-09-30

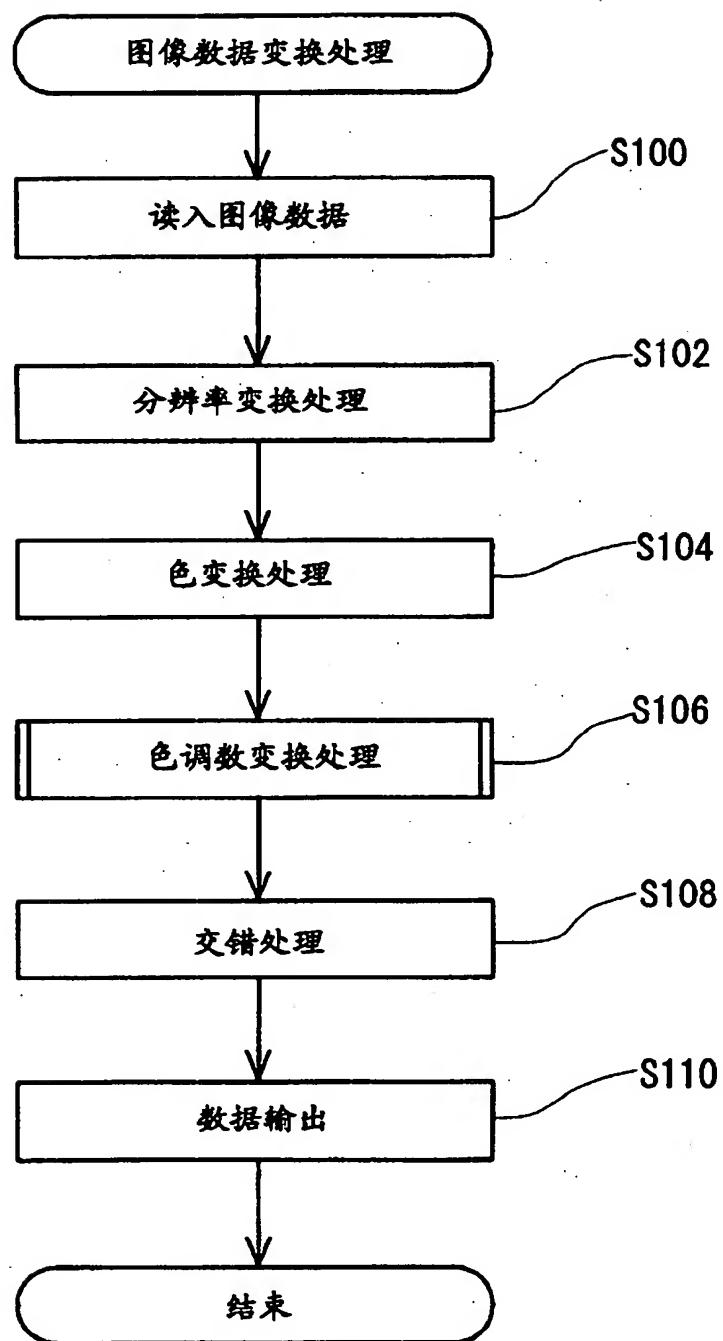
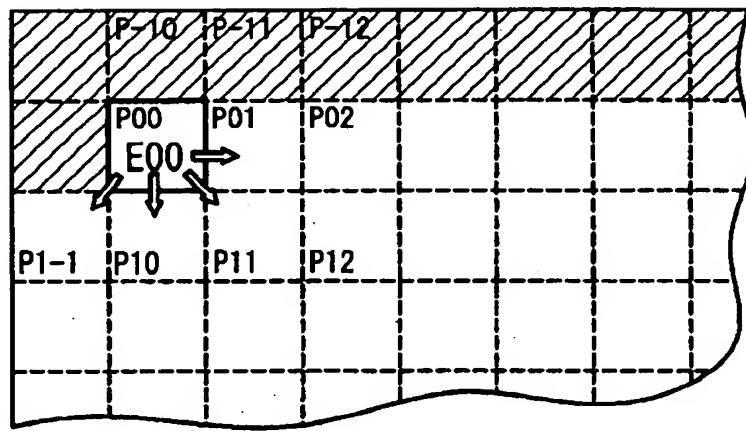


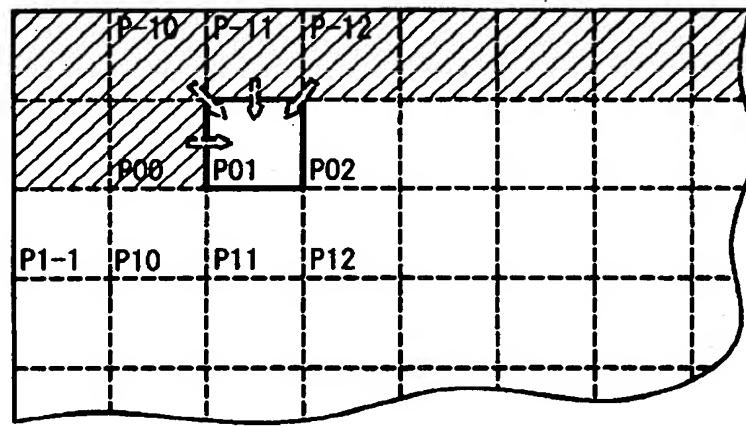
图 4

01-09-30

(a)



(b)



(c)

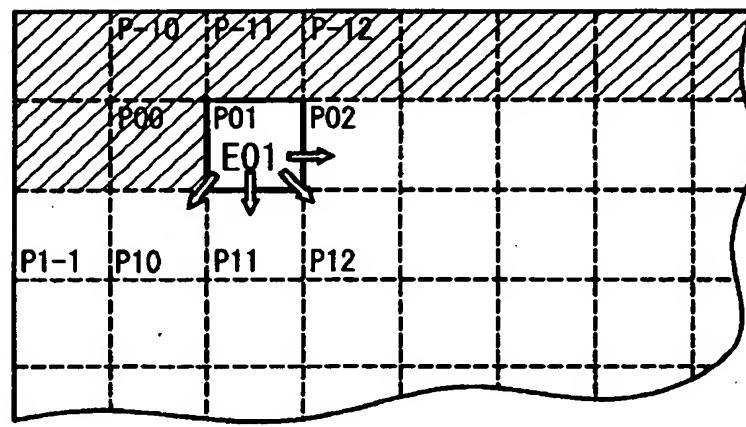


图 5

01-09-30

(a)

		K01 1/4
K1-1 1/4	K10 1/4	K11 1/4

(b)

			K01 1/8	K02 1/8
K1-2 1/8	K1-1 1/8	K10 1/4	K11 1/8	K12 1/8

(c)

				K01 1/8	K02 1/16	K03 1/16
K1-3 1/16	K1-2 1/16	K1-1 1/8	K10 1/4	K11 1/8	K12 1/16	K13 1/16

(d)

			K01 1/8	K02 1/16
K1-2 1/16	K1-1 1/8	K10 1/4	K11 1/8	K12 1/16
K2-1 1/16	K20 1/16	K21 1/16		

(e)

		K01 7/16
K1-1 3/16	K10 5/16	K11 1/16

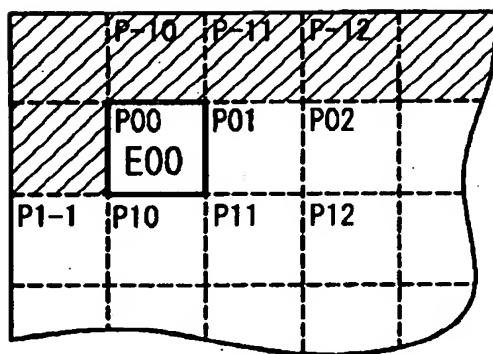
(f)

			K01 4/16	K02 2/16
K1-2 1/16	K1-1 2/16	K10 5/16	K11 1/16	K12 1/16

图 6

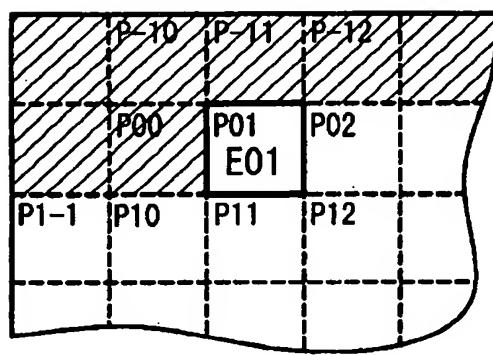
01·09·30

(a)



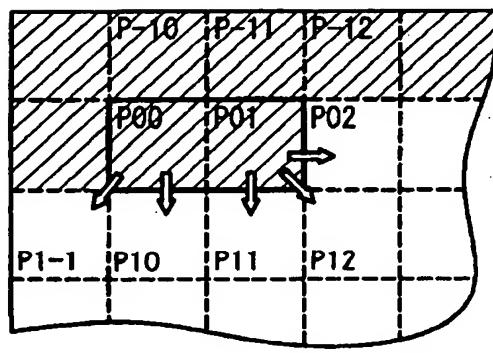
R01	K01·E00
R02	
R1-1	K1-1·E00
R10	K10·E00
R11	K11·E00
R12	

(b)



R01	K01·E00
R02	K01·E01
R1-1	K1-1·E00
R10	K10·E00 + K1-1·E01
R11	K11·E00 + K10·E01
R12	K11·E01

(c)



R01	K01·E00
R02	K01·E01
R1-1	K1-1·E00
R10	K10·E00 + K1-1·E01
R11	K11·E00 + K10·E01
R12	K11·E01

图 7

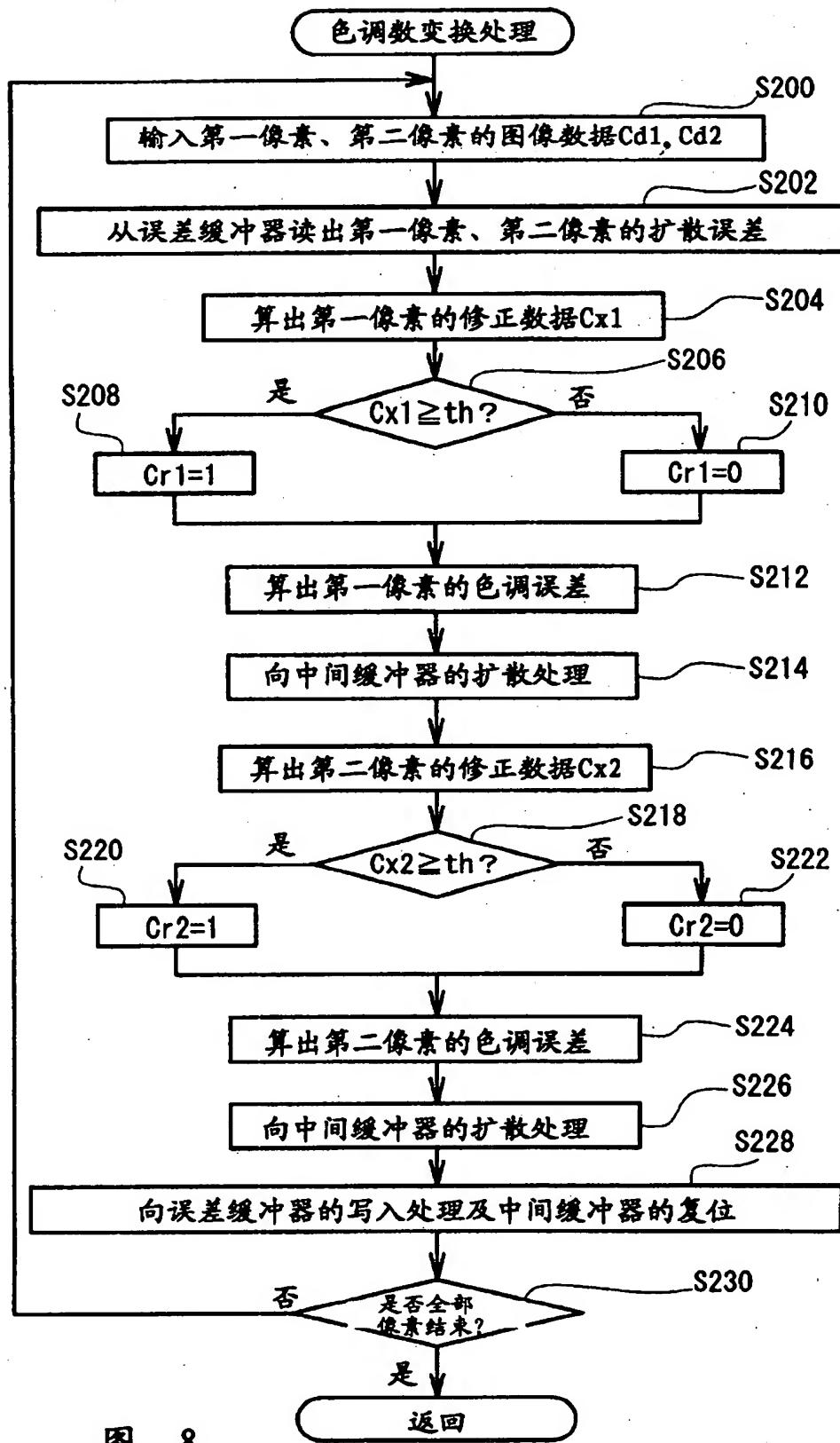
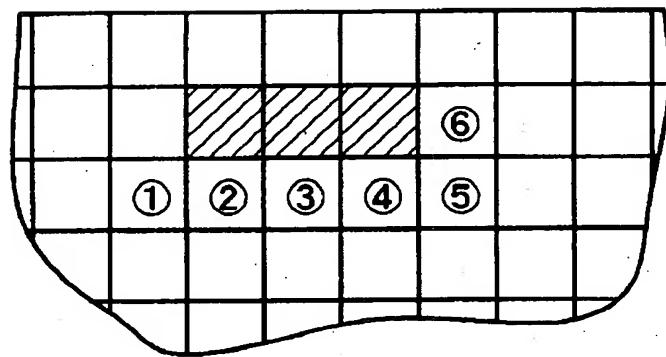


图 8

01.09.30

(a)



(b)

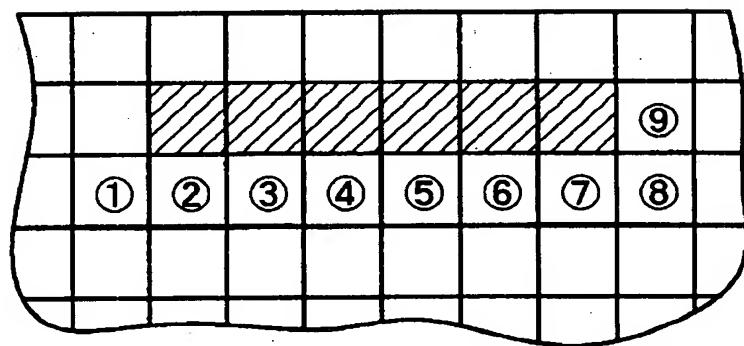


图 9

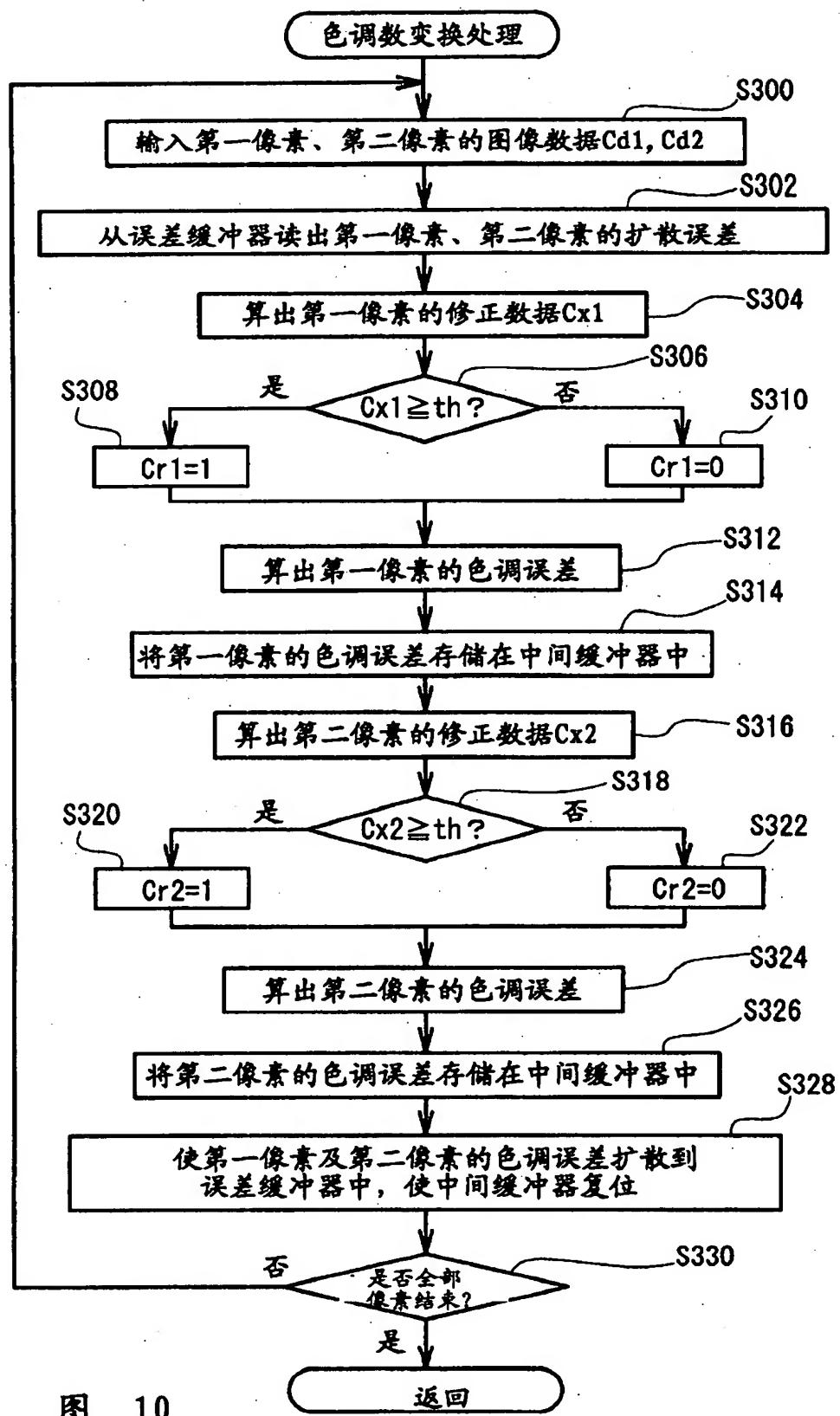
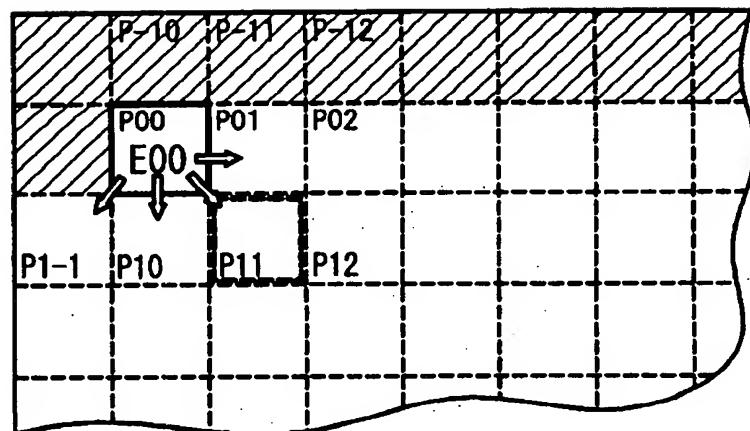


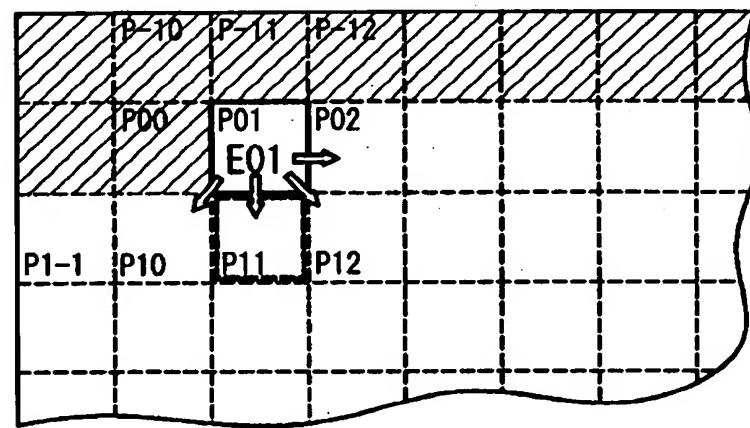
图 10

01·09·30

(a)



(b)



(c)

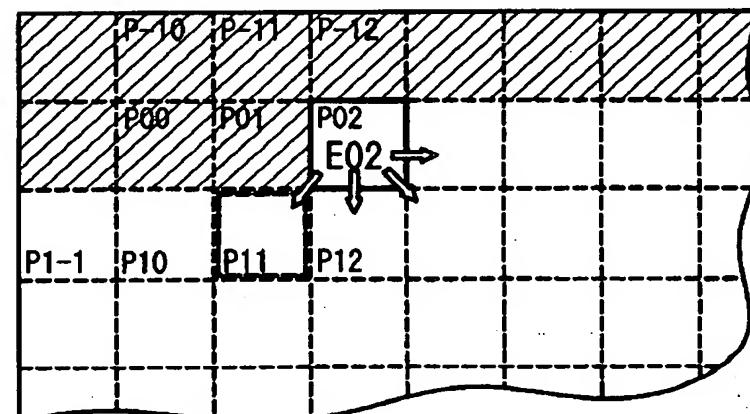


图 11

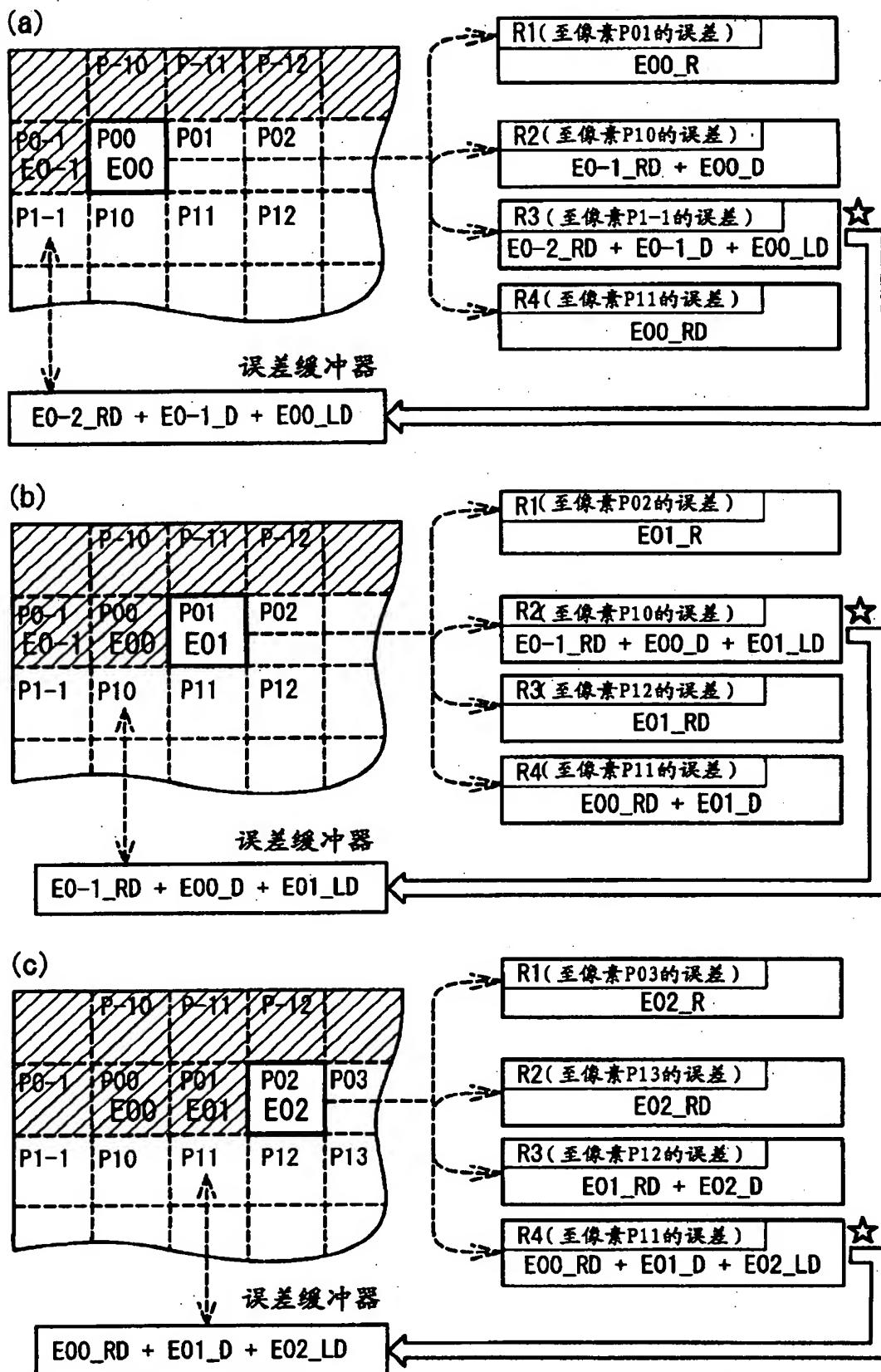


图 12

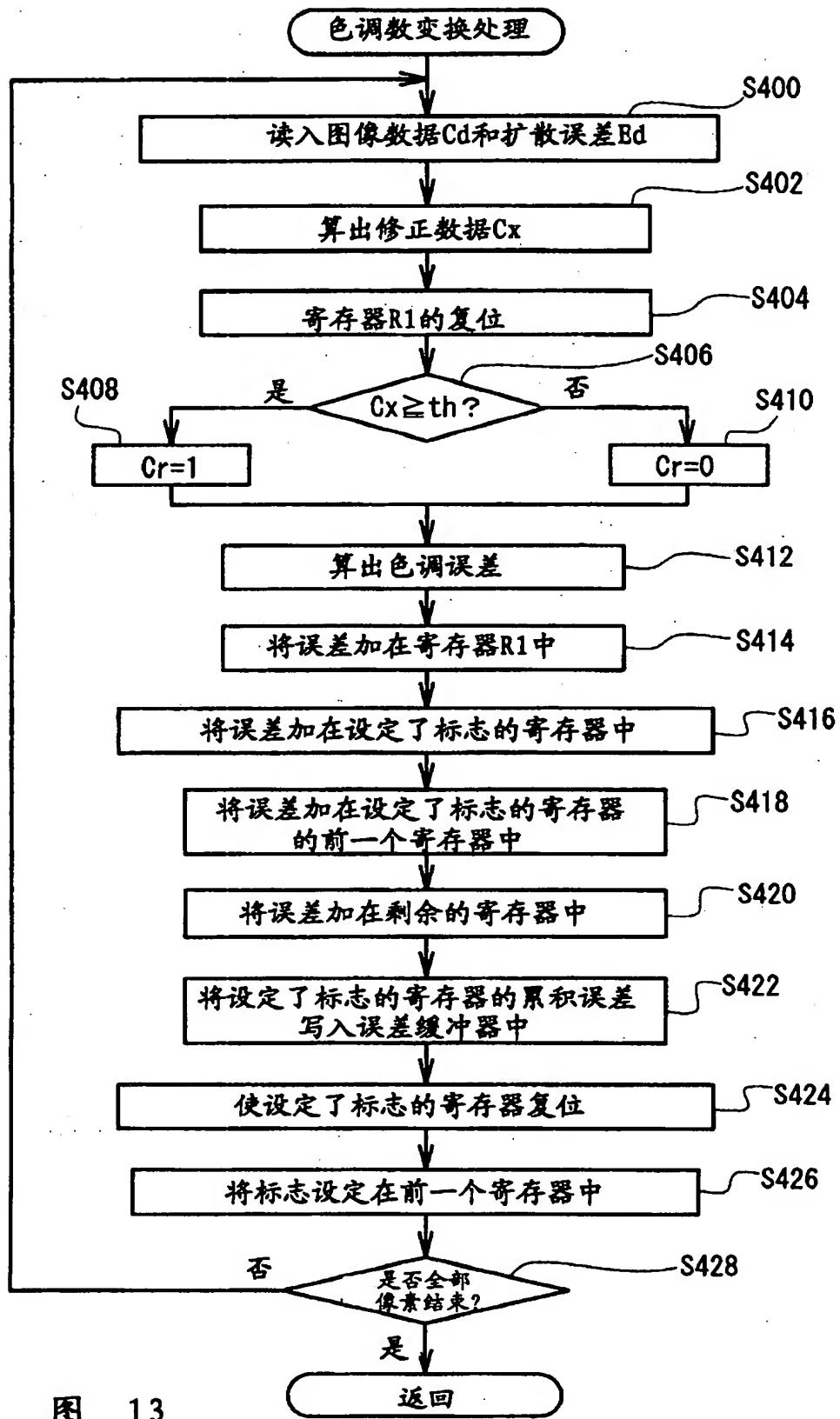


图 13

01-09-30

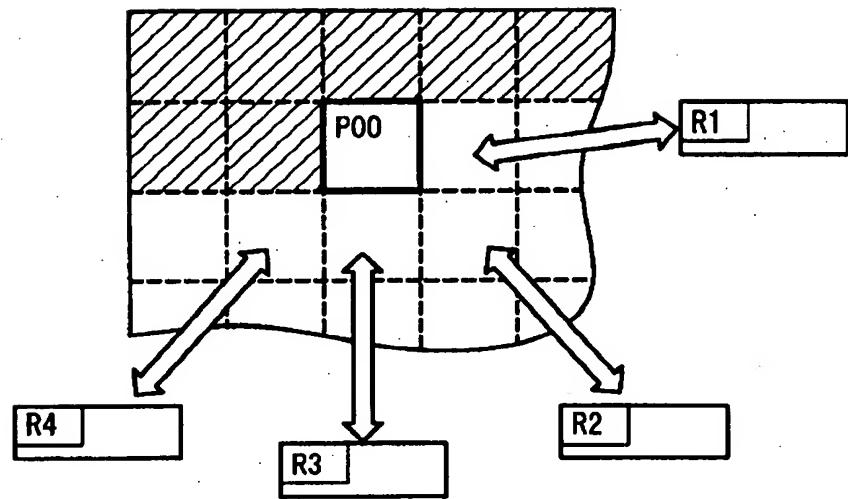
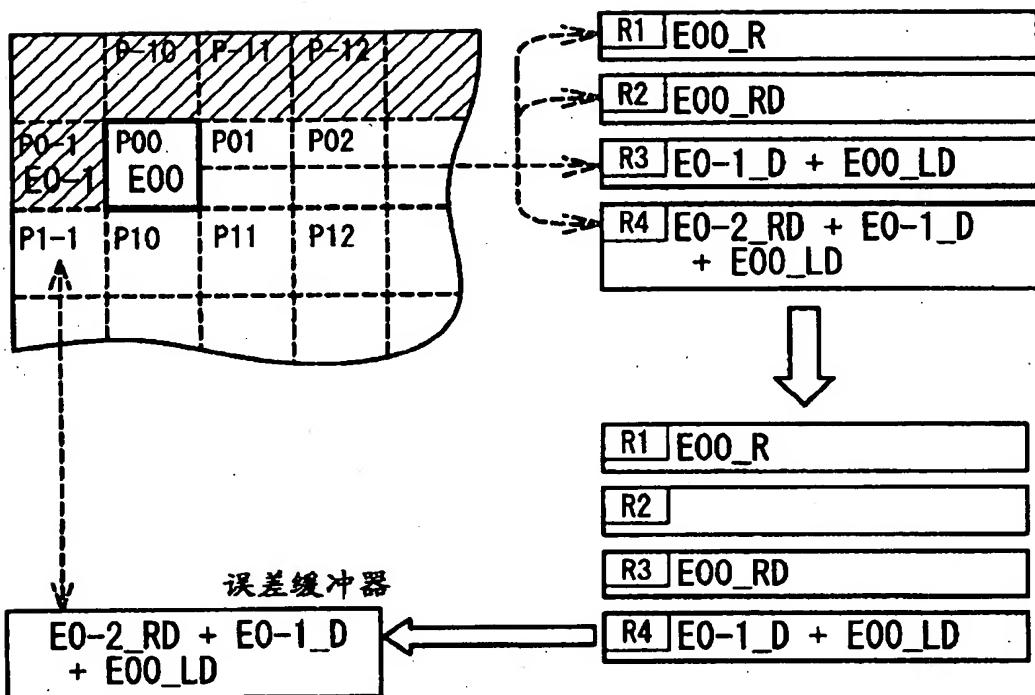


图 14

(a)



(b)

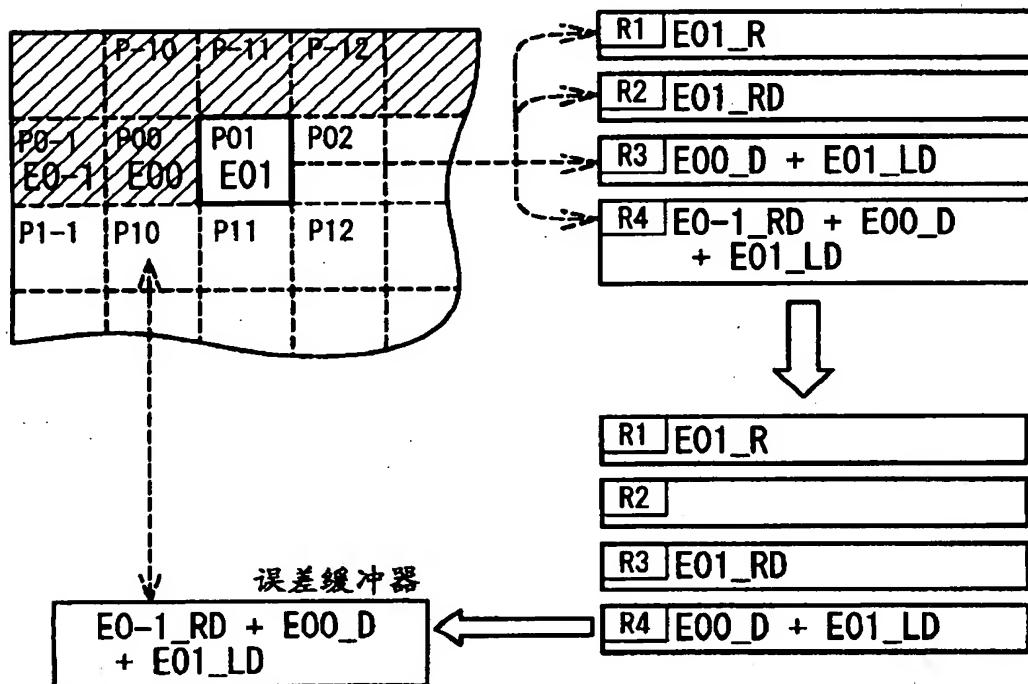
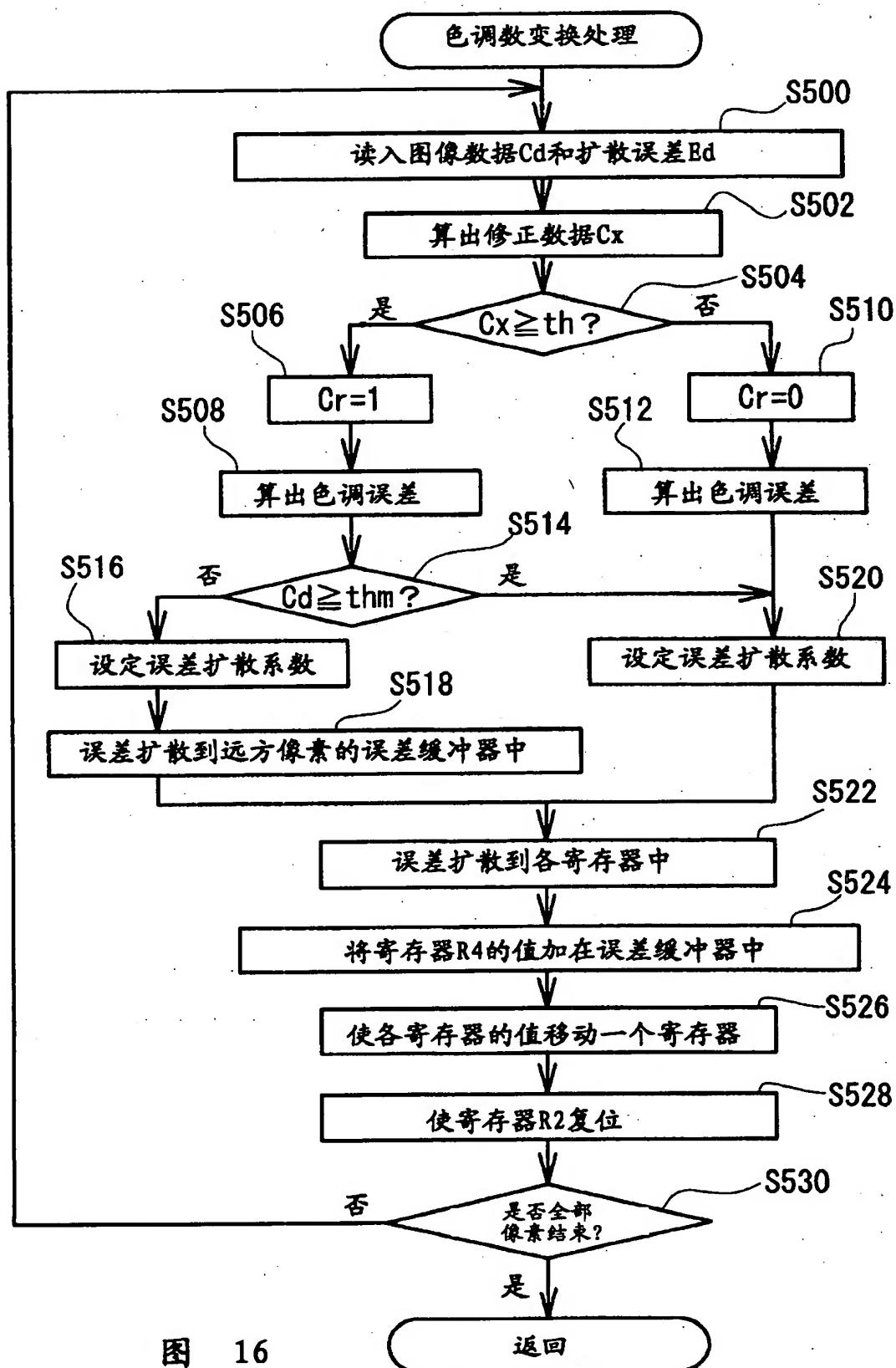


图 15

01.074.360



01-09-30

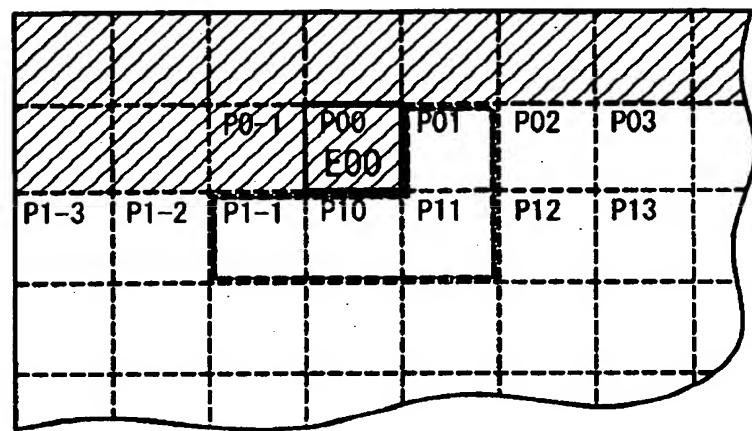
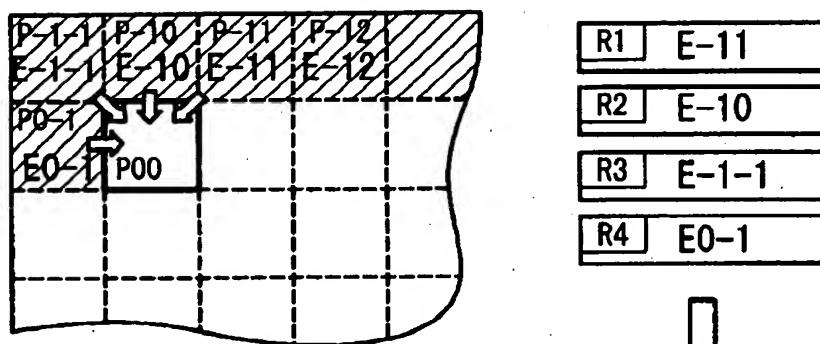


图 17

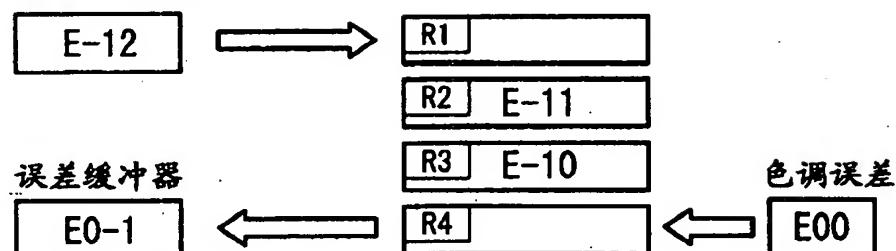
01-09-30

(a)



(b)

误差缓冲器



(c)

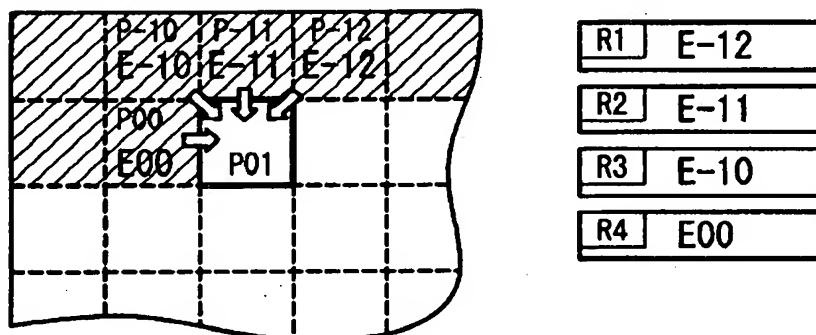


图 18

01-09-30

(a)

K-1-1 1/4	K-10 1/4	K-11 1/4
K0-1 1/4		

(b)

K-1-2 1/8	K-1-1 1/8	K-10 1/4	K-11 1/8	K-12 1/8
K0-2 1/8	K0-1 1/8			

(c)

K-1-3 1/16	K-1-2 1/16	K-1-1 1/8	K-10 1/4	K-11 1/8	K-12 1/16	K-13 1/16
K0-3 1/16	K0-2 1/16	K0-1 1/8				

(d)

	K-2-1 1/16	K-20 1/16	K-21 1/16	
K-1-2 1/16	K-1-1 1/8	K-10 1/4	K-11 1/8	K-12 1/16
K0-2 1/16	K0-1 1/8			

图 19

01.09.30

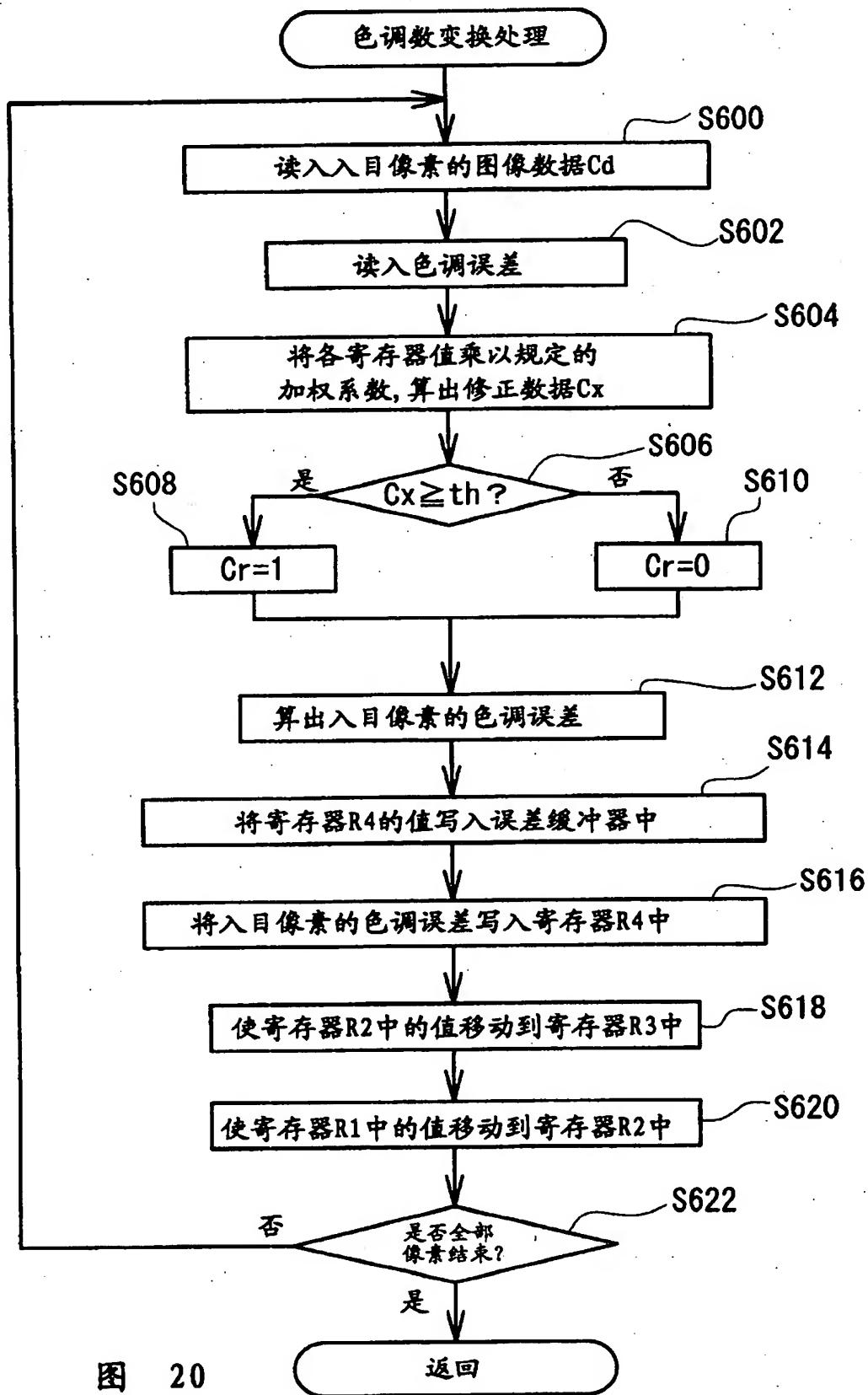


图 20